BAND 35, HEFT 3 MAI 1959

PHYTOPATHOLOGISCHE ZEITSCHRIFT

Begründet von Prof. Dr. E. Schaffnit

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. E. Baldacci, Mailand / Prof. Dr. H. Braun, Bonn / Prof. Dr. W. B. Brierley, Keswick-Cumberland / Prof. Dr. T. Hemmi, Kyoto / Prof. Dr. N. Hiratsuka, Tokyo
Oberreg.-Rat i. R. Dr. E. Köhler, Braunschweig / Prof. Dr. K. O. Müller, Heidelberg
Prof. Dr. H. M. Quanjer, Wageningen / Prof. Dr. T. S. Sadasivan, Madras
Prof. Dr. Tr. Savulescu, Bukarest / Prof. Dr. K. Silberschmidt, São Paulo
Prof. Dr. E. C. Stakman, St. Paul

herausgegeben von den Professoren

E. Gäumann Zürich
M. Klinkowski Aschersleben
H. Richter Berlin-Dahlem

Mit 45 Abbildungen

1959
PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Phytopath. Z. Bd. 35 Heft 3 *S. 217—332 Berlin 1959*

Postverlagsort Berlin

NSP
RAN
M N

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL
8 - JUN 1959

INHALT

Abhandlungen

BORMANN, E. J., H. TAUBERT und H. WARTENBERG, Hydrolyseversuche an Tuberin aus gesunden und blattrollviruskranken Kartoffelknollen. Mit 2 Abb. 217

KERN, H., Der Einfluß des Lycomarasmins auf den Wasserhaushalt von unterschiedlich mit Eisen ernährten Tomatenpflanzen. Mit 4 Abb. 232

SCHWARZ, R., Epidemiologische Untersuchungen über einige Viren der Unkraut- und Ruderalflora Berlins. Mit 16 Abb. 238

VALENTA, V., Zwei bisher unbekannte, Kartoffelwelke verursachende Viren aus Mitteleuropa. Mit 2 Abb. 271

BAUMANN, G., Wirtspflanzen des Pflaumenbandmosaik-Virus in mittel- und norddeutschen Obstanlagen und Baumschulen. Mit 11 Abb. 277

GERLACH, W., Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Cylindrocarpon* Wr. II. *Cylindrocarpon Victoriae* (P. Henn.) Wr. Mit 4 Abb. 292

DIETRICH, S., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung von *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger. Mit 6 Abb. 301

Manuskripte: In deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache abgefaßte Originalarbeiten werden druckfertig und möglichst in Schreibmaschinenschrift erbeten. Aufnahme von Tabellen und Abbildungen unterliegt jeweils vorheriger Vereinbarung.
„Kurze Mitteilungen" sind solche Veröffentlichungen in den vorerwähnten Sprachen, die im allgemeinen einen Umfang von vier Druckseiten nicht übersteigen. Sie erscheinen möglichst schon im nächsten Heft.
Die „Besprechungen" erscheinen nur in deutscher Sprache.

Herausgeber: Prof. Dr. E. GÄUMANN, Zürich 6, Universitätsstraße 2, Prof. Dr. M. KLINKOWSKI, Aschersleben, Ermslebener Str. 52, und Prof. Dr. H. RICHTER, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19. Zusendung der Manuskripte von Originalarbeiten und „Kurzen Mitteilungen" entweder an den Verlag Paul Parey, Berlin SW 61, Lindenstraße 44/47, oder an einen der drei Herausgeber.
Zusendung der „Besprechungen" unmittelbar an Prof. RICHTER, Berlin-Dahlem. Soweit nicht eine Aufforderung der Herausgeber zur Besprechung bestimmter Arbeiten ergangen ist, empfiehlt es sich, Prof. RICHTER vorher von der Absicht der Besprechung zu verständigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar für Originalarbeiten und „Kurze Mitteilungen" beträgt 32,— DM je Druckbogen von 16 Seiten. Bei Beiträgen von mehr als drei Bogen werden nur die ersten drei Bogen honoriert; Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Jeder Mitarbeiter erhält unberechnet 30 Sonderdrucke seines Beitrages (Originalarbeiten und Kurze Mitteilungen). Mehrbedarf gegen Berechnung.

Vorbehalt aller Rechte, insbesondere auch der photomechanischen Vervielfältigung: Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen, nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958, gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu 3 Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen. Die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photogebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17-19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Werte von DM 0,30 zu verwenden. Mit der Überlassung des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag das Recht zu dieser Genehmigung.

Erscheinungsweise: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge. Jährlich erscheinen etwa 10—12 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jeder Band enthält etwa 30 Druckbogen.

Bezugsbedingungen: Der Preis des Bandes richtet sich nach dem Umfang. Er beträgt je Druckbogen von 16 Seiten etwa 3,50 DM. Die Hefte sind auch einzeln käuflich. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Verlag: Paul Parey, Berlin SW 61, Lindenstraße 44/47, Telefon 61 44 68/69. Printed in Germany (Westberlin).

Abonnementspreis dieses Heftes 27,— DM **Einzelpreis 29,70 DM**

Aus dem Institut für allgemeine Botanik
der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Hydrolyseversuche an Tuberin aus gesunden und blattrollviruskranken Kartoffelknollen

Von

E. J. Bormann, H. Taubert und H. Wartenberg

Mit 2 Abbildungen

Inhalt: Einleitung. — Methodik. — Ergebnisse. 1. Die Löslichkeit der Tuberine. 2. Hydrolysen mit 6 n-HCl. 3. Hydrolysen mit 4 n-KOH. 4. Hydrolysen mit 1 n-HCl. 5. Hydrolysen mit 1 n-KOH. 6. Papierchromatographische Untersuchungen. — Besprechung der Ergebnisse. — Zusammenfassung. — Summary. — Literaturverzeichnis.

Einleitung

Untersuchungen der Blattrollkrankheit behandeln in der letzten Zeit wieder den pathologischen Eiweißstoffwechsel der Kartoffelpflanzen.

Campbell (1925, zit. bei Henke 1956), Hartisch (1934) und Henke (1956) fanden in Knollen blattrollkranker Stauden einen erhöhten Gesamtstickstoffgehalt, der auf einen erhöhten Gehalt an Eiweißstickstoff zurückgeführt werden mußte. Kanngiesser (1952) konnte quantitative Unterschiede der Eiweiße von gesunden und blattrollkranken Kartoffelknollen feststellen. Er hatte papierelektrophoretisch drei Eiweißfraktionen getrennt, von denen bei gesunden Knollen die zweite, die zur Anode wandernde, zum Teil verstärkt war. Pfeil und Niemann (1957) fanden auch unterschiedliche Elektropherogramme. Mit Hilfe der Durchlaufelektrophorese nach Grassmann und Hannig (1953) stellten sie fest, daß bei Eiweiß aus gesunden Knollen die Hauptfraktion zur Anode, bei Eiweiß aus kranken Knollen dagegen zur Kathode wanderte. Reindel und Bienenfeld (1956 a oder b) konnten ebenfalls unterschiedliche Eiweißzusammensetzungen in Preßsäften gesunder und kranker Knollen finden. Während in gesunden Knollen sieben mit Benzidin anfärbbare Zonen sichtbar wurden, waren es bei kranken Knollen acht. Die zusätzliche Komponente erwies sich als ein Oligopeptid, das zur Anode wanderte. Henke (1957) dagegen konnte keine konstanten Unterschiede zwischen den Elektropherogrammen gesunder und kranker Kartoffelknollen feststellen.

Neben den Eiweißen ist auch der Gehalt an freien Aminosäuren untersucht worden. Andreae und Thompson (1950) stellten einen verminderten Tryptophangehalt in kranken Knollen fest. Zu dem genau entgegengesetzten Ergebnis gelangte Schuphan (1950). Allison (1953) dagegen fand den Tryptophangehalt unverändert, während Glutaminsäure, Glutamin und Asparaginsäure in zum Teil erhöhten Mengen zu finden waren. Reindel und Bienenfeld (1956 a oder b) konnten im Aminosäuregehalt gesunder und kranker Knollen

keine qualitativen Unterschiede bemerken; aber in den Preßsäften kranker Pflanzen traten Glutaminsäure und Valin durch größere Mengen hervor. HENKE (1957) fand keine auffallenden Unterschiede.

Der Aminosäuregehalt kann schon bei gesunden Pflanzen so schwanken, daß er nur bedingt mit dem Aminosäuregehalt kranker Pflanzen zu vergleichen ist. SCHUPHAN und POSTEL (1957) beobachteten, daß der quantitative Gehalt an exogenen Aminosäuren im Rohprotein von genetischen und ökologischen Faktoren abhängig ist. REISSIG (1958) berichtete, daß die Anteilsverhältnisse der Aminosäuren in den Tuberinen verschiedener Kartoffelsorten unterschiedlich sind.

HENKE beschrieb 1956 einige Unterschiede bei enzymatischen Hydrolyseversuchen. Er hatte beobachtet, daß Tuberin aus kranken Knollen durch Papayotin stets schwerer und durch Trypsin zum Teil schwerer angegriffen wurde als das Tuberin gesunder Knollen, während das Protein in der Trockensubstanz kranker Knollen gegen Papayotin meist und gegen Trypsin stets widerstandsfähiger war. Bei der Hydrolyse mit Pepsin und Prankreatin traten keinerlei Unterschiede auf.

Obwohl die Literatur widersprechende Angaben über den pathologischen Eiweißstoffwechsel blattrollkranker Kartoffeln enthält, ist wohl die Annahme berechtigt, daß die Aminosäurekombinationen und die Proteine der Kartoffelpflanze unter dem Einfluß der Virusinfektion verändert werden.

Die Abweichungen von dem normalen N-Haushalt können auch während der Vegetation analytisch verfolgt werden. So fand HENKE (1956), daß in keimenden kranken Knollen das Eiweiß weit weniger als in gesunden Knollen abgebaut wurde. Der Umstand, daß die pflanzeneigenen Fermente das Eiweiß erkrankter Pflanzen — möglicherweise das Viruseiweiß? — nur verzögert angreifen, wird auch beim Abwandern des Virus aus den oberirdischen Teilen in die jungen Knollen eine Rolle spielen. Die jungen Knollen bleiben ja bis kurz nach der Blüte auch dann noch frei von Viren, wenn die oberirdischen Teile einer Staude längst infiziert sind. Das Viruseiweiß scheint später aus den Blättern in die Knollen zu wandern als das normale pflanzeneigene Eiweiß. Hierauf sind wahrscheinlich die Erfolge der Spätpflanz- und der Blühzeiternteverfahren sowie des Krautziehens zur Erhaltung gesunden Pflanzgutes zurückzuführen (vgl. WARTENBERG, KLINKOWSKI und HEY 1935, WARTENBERG 1937 und 1954, LYSSENKO 1951, SCHLEUSENER 1954), deren Ursachenspiel eingehender untersucht werden mußte. WARTENBERG hatte hier die Arbeiten von HENKE (1956, 1957) veranlaßt. Im Verfolgen der Dinge war es notwendig, das Verhalten der Tuberine gesunder und kranker Knollen gegenüber verschiedenartigen Hydrolyseformen näher zu untersuchen. Von Interesse waren dabei ihre Angreifbarkeit durch das hydrolysierende Agens und die Reihenfolge der frei werdenden Aminosäuren im Verlauf der Hydrolyse. Über die Befunde eines Teiles dieser Arbeiten wird hier berichtet.

Methodik

Es wurden ausschließlich Knollen der Sorte „Johanna" untersucht. Das Material stammte teils aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz, teils vom Versuchsfeld des Institutes für allgemeine Botanik in Jena. Das Eiweiß wurde als Tuberin ausgefällt. Unter Tuberin ist die Eiweißfraktion zu verstehen, die durch Hitze aus dem von Stärke befreiten, leicht sauren Preßsaft der Kartoffelknollen ausgeflockt werden kann (OSBORNE und CAMPBELL, zit. bei SLACK 1948). Nach REISSIG (1958) bestehen etwa 50 %

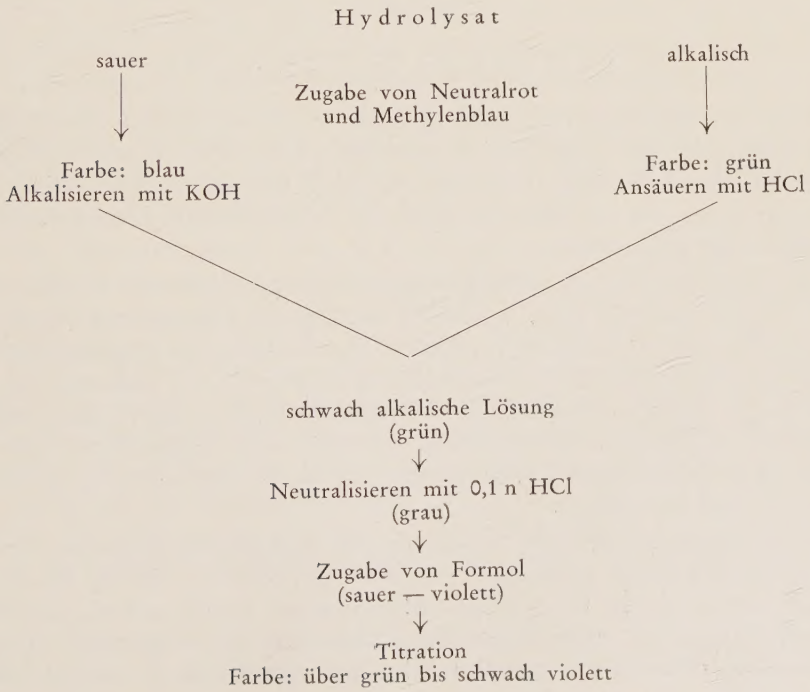
des Rohproteins aus Tuberin, was einem durch Trichloressigsäure fällbaren Anteil entspricht. Das Zerreiben der Knollen geschah in 5%iger Ameisensäure (auf 1,5 kg Kartoffeln etwa 3 ml HCOOH), wodurch die Phenoloxydasen stillgelegt und die Bildung des Melanins verhindert wurde. Aminosäuren und Lipoide sind mit Aqua dest. und Äther ausgewaschen worden. Aus gesunden und kranken Knollen konnten etwa 4 g Tuberin aus je 1,5 kg Knollen (Frischgewicht) gewonnen werden. Das Eiweiß gelangte in lufttrockenem Zustand zur Verarbeitung.

Saure Hydrolyse: Jeweils 200 mg Tuberin, mit 20 ml HCl verschiedener Stärke versetzt, wurden nach 30 Minuten bis zu 13 Stunden am Rückflußkühler gekocht. Das starke Schäumen konnte durch Zugabe von etwas Anthaphron (Silikonentschäumer) weitgehend eingeschränkt werden.

Alkalische Hydrolyse: Jeweils 200 mg Tuberin wurden mit 4 ml 0,1 n-KOH versetzt, wobei sich das Eiweiß weitgehend löste. Nach Zusatz von 16 ml 5 n-KOH lagen 20 ml einer etwa 4 n-starken KOH-Lösung vor. Diese Lösung wurde ebenfalls bis zu 13 Stunden am Rückflußkühler gekocht. Bei der Hydrolyse mit 1 n-KOH gelangten die Proben sofort in der entsprechenden Stärke der Lauge zur Untersuchung.

Bestimmung des Aminostickstoffs: Während der Hydrolyse wurden Proben von 2 ml entnommen, sofort abgekühlt und neutralisiert. Der Aminostickstoff konnte mit Hilfe der Formoltitration nach Sörensen bestimmt werden. Titration nach Angaben von Bjeloserskij und Proskurjakow (1956).

Die leichte Gelbfärbung der alkalischen Ansätze und die allmählich einsetzende Huminbildung während der sauren Hydrolyse erschwerten das eindeutige Bestimmen der Umschlagspunkte. Da die Umschlagsfarbe von Neutralrot orange ist, für Phenolphthalein hingegen rosa, so ergeben sich in gelb bis braun gefärbten Lösungen unklare Mischfarben. Diese Schwierigkeiten konnten dadurch umgangen werden, daß zu jeder Probe außer 4 Tropfen Neutralrot noch 1 Tropfen einer 0,1%igen Methylenblaulösung zugegeben wurde. Die einzelnen, während der Titration auftretenden Farbumschläge sind dadurch deutlicher zu unterscheiden. Ein Schema soll den Gang der Titration veranschaulichen und die einzelnen Farbstufen in ihrer Reihenfolge wiedergeben:



Die Titration ist beendet, wenn durch Zugeben von 0,1 n-KOH bei der Lösung keine weitere Vertiefung des violetten Farbtones mehr eintritt.

Bestimmung des Eiweißstickstoffs und des löslichen Stickstoffs: Die Bestimmung des Stickstoffs erfolgte nach der Methode von KJELDAHL in der Modifikation nach PARNAS (1938). Als löslichen Stickstoff bezeichnen wir den in den einzelnen Proben durch Phosphormolybdänsäure (PMS) bzw. durch Tannin nichtfällbaren Stickstoff. Nach dem Neutralisieren wurden die Fällungsmittel in etwa gleichen Teilen zugefügt und die Proben einige Zeit stehengelassen. Die PMS war nach der Vorschrift von PINCUSSEN (1930) hergestellt worden. Die Proben entnahmen wir in Abständen von je 5 Minuten. Die Hydrolyse wurde dabei nie länger als eine Minute unterbrochen. Deshalb konnte immer nur eine Analyse verarbeitet werden. Ein längeres Unterbrechen der Hydrolyse hätte zu große Ungenauigkeiten bei den ermittelten Werten ergeben, da der Proteinabbau namentlich in der ersten Stunde sehr rasch vor sich geht.

Papierchromatographie: Das allmähliche Freiwerden der Aminosäuren im Verlauf der Hydrolyse konnte mit Hilfe der Papierchromatographie verfolgt werden. Wir entnahmen die Proben in den jeweils auf den Tabellen verzeichneten Zeitabständen. Nach dem Neutralisieren mit alkoholischer 4 n-KOH bzw. mit 4 n-HCl entstanden verdünnte alkoholische Lösungen, in denen die Aminosäuren sowie die hoch- und niedermolekularen Eiweißspaltprodukte und Salze enthalten waren. Bringt man die neutralisierten Proben auf einen Alkoholgehalt von etwa 70%, so fallen die Salze aus (besonders KCl). Das Hydrolysat ist dann so weit entsalzt und von störenden Begleitsubstanzen gereinigt, daß einwandfreie Chromatogramme zustande kommen können. Als Lösungsmittel kamen Butanol-Eisessig-Wasser-Gemische bzw. Isopropanol-Eisessig-Wasser-Gemische zur Anwendung (TURBA 1954). Die Chromatogramme wurden auf Bogen oder Streifen aus Schleicher & Schüll-Papier 2043 b hergestellt und aufsteigend chromatographiert. Zum Stabilisieren der Ninhydrinkomplexe diente etwa 1%ige alkoholische Kupfernitratlösung.

Ergebnisse

1. Löslichkeit der Tuberine

Beim Ansetzen der Hydrolyseversuche waren auffallende Unterschiede in der Löslichkeit der Tuberine aus gesunden und kranken Knollen zu sehen. Weil es uns charakteristisch zu sein schien, haben wir das unterschiedliche Verhalten der Präparate in folgender Weise im Vergleichsversuch dargestellt und reproduzierbar gefunden.

Je 50 mg Tuberin aus gesunden und blattrollviruskranken Knollen wurden mit 5 ml 6 n-HCl bzw. 4 n-KOH übergossen, stehengelassen und nach etwa 10 Minuten miteinander verglichen. Das Tuberin aus gesunden Knollen verhielt sich gegenüber HCl weitgehend indifferent; die Teilchen lösten sich kaum. Das Tuberin aus kranken Knollen bildete dagegen sofort einen weißen, voluminös verquollenen Niederschlag, der sich nicht weiter löste. Von den ursprünglich vorhandenen Tuberinteilchen waren nur noch einzelne am Boden des Gefäßes zu beobachten.

Vollkommen andersartig verhielten sich dagegen die Tuberine aus den verschiedenen Knollen gegenüber 4 n-KOH. Nachdem je 50 mg der beiden Eiweiße vorher in 1 ml 0,1 n-KOH aufgeschlämmt worden waren, wurde die alkalische Suspension durch Hinzufügen von 4 ml 5 n-KOH etwa 4 n stark gemacht. Das Tuberin aus gesunden Knollen ergab dabei eine trübe Lösung

und flockte bei gelindem Erwärmen in ähnlicher Weise aus, wie es das Tuberin aus kranken Knollen in der salzsauren Suspension tat. Das Tuberin aus kranken Knollen hingegen löste sich völlig wasserklar und blieb auch nach längerem Erhitzen klar gelöst.

Eiweiß	6 n Salzsäure	4 n Kalilauge
Gesunder Knollen	Geringe Löslichkeit	Lösen unter Trüben; bei Erwärmen: Niederschlagsbildung
Kranker Knollen	Voluminöser Niederschlag	Sehr gute Löslichkeit; auch nach längerem Erwärmen keine Niederschlagsbildung.

2. Hydrolysen mit 6n-HCl

Wir fanden in der Literatur keine Angaben über die Anfangsgeschwindigkeit der salzsauren Hydrolyse des Tuberins und mußten deshalb zunächst einige orientierende Versuche mit Tuberin gesunder Knollen unternehmen. Zu diesem Zwecke wurden nach dem Hydrolysebeginn in kurzen Zeitabständen einzelne Proben aus dem Hydrolysat entnommen und nach weitgehender Neutralisation mit einem Eiweißfällungsmittel versetzt (PMS und Tannin). In den ersten 25 Minuten der Hydrolyse waren in den Proben sofort nach Zugeben der Fällungsmittel Niederschläge zu sehen. Entnahmen wir die Proben später, dann konnten nach dem Zugeben der Fällungsmittel erst nach einiger Zeit geringfügige Niederschläge beobachtet werden. Auf Grund des Stickstoffgehaltes dieser Niederschläge war zu urteilen, daß die Proteine während einer halben Stunde Hydrolyse schon weitgehend abgebaut werden. Unterschiede im hydrolytischen Abbau von Tuberin aus gesunden und kranken Knollen müssen deshalb nach dieser Hydrolysedauer besonders genau festgestellt werden können. Wir verfolgten den Verlauf der Hydrolyse an Hand der Zunahme des formoltitrierbaren Aminostickstoffs.

Der Gesamtstickstoff des von uns gewonnenen Tuberins kann mit etwa 15 % angenommen werden, was mit Gesamtstickstoffbestimmungen und bei den Hydrolyseversuchen durch Addition von löslichem und unlöslichem Stickstoff ermittelt wurde. In der ersten Zeit der Hydrolyse findet man den größten Teil des löslichen Stickstoffs nicht formoltitrierbar. Erst nach 30 Minuten Dauer sind im Hydrolysat etwa gleiche Anteile des löslichen Stickstoffs formoltitrierbar und nichtformoltitrierbar zu finden. Im weiteren Verlauf ändert sich das Verhältnis derart, daß bei genügend langer Dauer der Hydrolyse der lösliche Stickstoff fast vollständig aus Aminostickstoff besteht. Das läßt vermuten, daß in der ersten Phase der Hydrolyse ein Abbau zu größeren Proteinbruchstücken den Abbau zu Aminosäuren überwiegt.

Die Ergebnisse der Anwendung dieser Methode, d. h. die Ergebnisse vergleichender Untersuchungen der Tuberine gesunder und blattrollvirus-

kranker Knollen sind in den Kurven 1 (gesund) und 2 (blattrollkrank) der Abbildung 1 dargestellt. Jeder Punkt der Kurven ist ein Mittelwert aus 5 bis 7 Parallelbestimmungen.

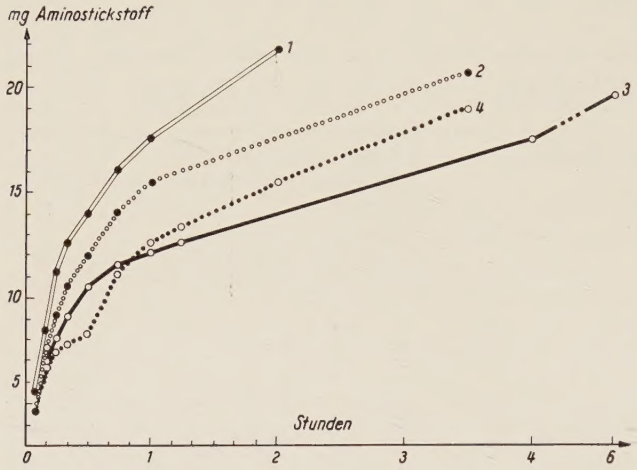


Abb. 1. Zunahme des formoltitrierbaren Stickstoffs bei der Hydrolyse von Tuberin gesunder und kranker Knollen mit 6 n-HCl bzw. mit 4 n-KOH.

1 = 6 n-HCl gesund
2 = 6 n-HCl krank
3 = 4 n-KOH gesund
4 = 4 n-KOH krank

Mit einem Vergleichen der Kurvenwerte kann man feststellen, daß das Tuberin, welches aus gesunden Kartoffelknollen gewonnen war, durch Salzsäure schneller hydrolysiert wird als das Tuberin aus blattrollviruskranken Knollen. Beim Tuberin kranker Knollen war erst nach etwa 60 Minuten Hydrolyse die Hälfte des vorhandenen Stickstoffs als Formolstickstoff zu fassen, was bei der Hydrolyse von Tuberin gesunder Knollen schon nach etwa 40 Minuten gelingt. Dieser Unterschied ist in Anbetracht der hohen Abbaugeschwindigkeit recht bedeutend. Noch deutlicher werden die Verhältnisse, wenn die Hydrolyse auf 2 Stunden ausgedehnt wird. Mit anderen Worten: Bei der beschriebenen Hydrolyse, die durch Salzsäure bewirkt wird, ist in den Eiweißstoffen blattrollviruskranker Knollen ein größerer Anteil schwerhydrolysierbar als in den Eiweißstoffen gesunder Knollen. Wir nehmen die Bezugsgröße Tuberin, weil wir das Hydrolysat auf das beziehen, was wie Tuberin aus dem Preßsaft ausfällbar und wie Tuberin zu reinigen ist. Die Frage, ob der schwerhydrolysierbare Anteil ein anderer Eiweißkörper, vielleicht gar das Virus, ist, können wir nicht beantworten.

3. Hydrolysen mit 4 n-KOH

Alkalische Hydrolysen werden zu Eiweißuntersuchungen weit weniger verwendet als mineralsaure und enzymatische. Das mag seinen Grund darin haben, daß unter dem Einfluß der Laugen unerwünschte Veränderungen der entstehenden Proteinbruchstücke auftreten können (NH_3-Bildung, Zerstörung von Arginin, zit. bei WALDSCHMIDT-LEITZ 1957).

Da in der vorliegenden Untersuchung nur die relativen Werte interessierten, haben wir auch die alkalische Hydrolyse trotz ihrer Nachteile verwendet. Sie hatte in unseren Versuchen den Vorteil, daß der Farbton der

Lösung im Verlauf der Hydrolyse immer gleich blieb, was die Formoltitration des Aminostickstoffes erleichterte. In jedem Falle — ob nach 5 Minuten Hydrolyse oder nach 5 Stunden — war die zu titrierende Probe bernsteingelb gefärbt.

Die Werte, die bei den Titrationen der alkalischen Hydrolysen gefunden wurden, sind in den Kurven 3 (gesund) und 4 (blattrollviruskrank) der Abbildung 1 als Funktion der Hydrolysedauer zusammengestellt, wobei jeder Punkt der Kurve ein Mittelwert aus 5 bis 7 Parallelbestimmungen ist.

Bei Vergleich der Kurven 3 und 4 mit den Kurven 1 und 2 der Abbildung 1 ist zu erkennen, daß die mineralalkalischen Hydrolysen langsamer als die mineralsauren waren, was schon in der ersten halben Stunde bemerkbar wurde. Erst nach 3 Stunden alkalischer Hydrolyse war die Hälfte des vorhandenen Stickstoffs als formoltitrierbarer Aminostickstoff zu finden; ein Verhältnis, das bei der mineralsauren Hydrolyse bereits nach einer halben Stunde festzustellen war.

Vergleicht man nun die Werte der mineralalkalischen Hydrolyse von Tuberin gesunder und kranker Knollen untereinander, dann findet man bei den Werten der ersten halben Stunde bei geringerer absoluter Größe ungefähr dieselben Verhältnisse wie bei der mineralsauren Hydrolyse; größere Hydrolysegeschwindigkeit bei Tuberin aus gesunden Knollen und geringere bei Tuberin kranker Knollen. Dann aber steigt bei längerer Dauer die Geschwindigkeit der Hydrolyse des Tuberins kranker Knollen plötzlich an und wird größer als die des Tuberins gesunder Knollen.

Die Beschleunigung der mineralalkalischen Hydrolyse des Tuberins blattrollviruskranker Knollen nach einer Verzögerung in der ersten halben Stunde und die Umkehr des Verhältnisses der Hydrolysegeschwindigkeiten der Tuberine gesunder und kranker Knollen, d. h. der Knick in der Kurve 4 der Abbildung 1, ließ zunächst Versuchsfehler vermuten. Die Erscheinung war aber wiederholt zu beobachten und war immer reproduzierbar. Wir können sie auch unter veränderten Untersuchungsbedingungen zeigen, wie es mit einer Untersuchungsserie an Hand der Abbildung 2 geschieht. Zu weiteren Versuchen hatten wie die Tuberine mit Salzsäure und Kalilauge geringerer Konzentration hydrolysiert.

4. Hydrolysen mit 1n-HCl

Die Hydrolyse in dieser minder konzentrierten Salzsäure war ein viel langsamerer Prozeß als in der höher konzentrierten. Der Aminostickstoff vermehrte sich in der schwachen Säure wesentlich langsamer als bei der Hydrolyse mit 6n-HCl. Abgesehen von unterschiedlichen Geschwindigkeiten bestand in dieser Hinsicht kein Unterschied zwischen der Hydrolyse von Tuberin gesunder und blattrollviruskranker Knollen.

Die Versuche mußten auch nach 2 Stunden abgebrochen werden. Trotzdem wir mit Rückflußkühler arbeiteten, änderte sich die Stärke der Säure von diesem Zeitpunkt an deutlich. (Salzsäure ist ein azeotrop siedendes Ge-

misch, das sich immer auf eine Endkonzentration von etwa 20 % einstellt.) Die Hydrolysegeschwindigkeiten bei Tuberin gesunder und kranker Knollen weichen aber innerhalb dieses Zeitraums schon so voneinander ab, daß man einen deutlichen Unterschied erkennen kann (Kurven 1 und 2 in Abb. 2). Das Tuberin aus kranken Knollen wird in geringerem Maße angegriffen als Tuberin gesunder Knollen. Die Abbaugeschwindigkeiten verhalten sich also entsprechend denen, die sich bei der Hydrolyse mit 6 n-HCl herausgestellt hatten.

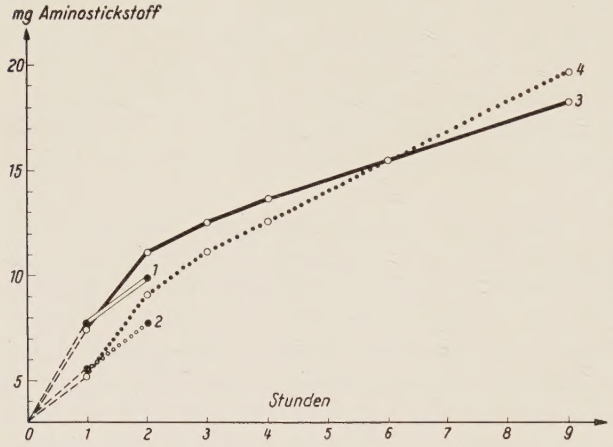


Abb. 2. Zunahme des formoltitrierbaren Stickstoffs bei der Hydrolyse von Tuberin gesunder und kranker Knollen mit 1 n-HCl bzw. mit 1 n-KOH.
1 = 1 n-HCl gesund
2 = 1 n-HCl krank
3 = 1 n-KOH gesund
4 = 1 n-KOH krank

5. Hydrolysen mit 1 n-KOH

Im Gegensatz zur Hydrolyse mit schwacher Säure kann der Abbau in schwach alkalischer Lösung über einen größeren Zeitraum verfolgt werden, da die Konzentration der Lauge im Verlauf der Hydrolyse unverändert bleibt. In den Kurven 3 (gesund) und 4 (krank) der Abbildung 2 sind die entsprechenden Werte wiedergegeben. Während innerhalb der ersten 6 Stunden der Abbau des Tuberins aus gesunden Knollen überwiegt, änderte sich nach diesem Zeitraum das Verhältnis derart, daß von nun an der Abbau des Tuberins blattrollviruskranker Knollen stärker war. Es hatte den Anschein, als ob der Zeitpunkt, an welchem eine Umkehr der Verhältnisse eintritt, durch die geringere Laugenkonzentration hinausgezögert würde. Denn bei der Hydrolyse mit 4 n-KOH überschneiden sich die Werte schon nach 50 Minuten. Auch die oben an Hand der Abbildung 1 beschriebene Verzögerung der Hydrolyse in der ersten halben Stunde ist auch hier wieder (Kurve 4, Abb. 2) — wenn auch nur schwach — durch einen Knick in der Kurve angedeutet.

6. Papierchromatographische Untersuchungen

Es sollten während der Hydrolyse freiwerdende Aminosäuren erfaßt und identifiziert werden, um aus der Reihenfolge ihres Erscheinens irgendwelche Rückschlüsse auf die Hydrolysen selbst ziehen zu können. Die Papier-

chromatographie schien die geeignete Methode zu sein, mit der man diesem Problem nachgehen kann.

Zu diesem Zweck haben wir, ähnlich wie bei den Versuchen zur Bestimmung des Aminostickstoffs, in gewissen Zeitabständen Proben von jeweils 2 ml aus dem Hydrolysat entnommen und in der Art und Weise chromatographiert, wie wir es bei der Beschreibung der Methoden mitgeteilt haben.

Die Aminosäuren erschienen nicht gleichmäßig und gleichzeitig auf den Chromatogrammen, sondern in ganz bestimmten Abständen. Da immer gleiche Substanzmengen aufgetragen wurden, konnten die einzelnen Analysen verglichen werden. Wir entnahmen die Proben in folgenden Zeitabständen: saure Hydrolyse ... 10, 15, 20, 30, 60 Minuten, 2 und 13 Stunden; alkalische Hydrolyse ... 0,5, 1, 2, 3, 5, 8 und 13 Stunden.

Bei der Hydrolyse des Tuberins gesunder Knollen mit 4 n-HCl erschienen als erste Aminosäuren Glycin, Glutaminsäure und Lysin. Asparaginsäure und Alanin tauchten wenig später auf. Nach einstündiger Hydrolyse waren Leucin-Isoleucin deutlich nachzuweisen; nach 2 Stunden Phenylalanin und Tyrosin deutlich und Methionin etwas schwächer. Außer diesen Aminosäuren konnten nach 13 Stunden noch Histidin und Cystin-Cystein festgestellt werden. Mit der hier angewandten Technik traten keine weiteren Aminosäuren in Erscheinung.

Wie aus dem früher festgestellten Verlauf der Hydrolyse zu erwarten war, mußten die Aminosäuren von Tuberin aus blattrollvirusinfizierten Knollen größenordnungsmäßig mit ähnlicher Geschwindigkeit erscheinen. Die Reihenfolge war die gleiche, die Zeitpunkte ihres Erscheinens allerdings etwas verzögert (Tabelle 1). Nach 13stündiger Hydrolyse waren Histidin und Cystein-Cystin noch nicht vorhanden. Diese Befunde stimmen also mit denen überein, die sich bei den Bestimmungen des formoltitrierbaren Stickstoffs ergaben.

Tabelle 1

Erscheinen der Aminosäuren im Verlauf der Hydrolyse von Tuberin gesunder und kranker Knollen mit 4n-HCl
g = gesund; k = krank; (+) = schwach; + = deutlich

Aminosäuren	10 min		15 min		20 min		30 min		60 min		2 Std.		13 Std.	
	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k
Leucin/Isoleucin							(+)		+	(+)	+	+	+	+
Phenylalanin											+	(+)	+	+
Methionin											(+)	(+)	+	+
Tyrosin											+	(+)	+	+
Alanin					(+)		+	(+)	+	+	+	+	+	+
Glutaminsäure	(+)		+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glycin	(+)	(+)	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Asparaginsäure			(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Histidin													+	
Lysin	(+)		+		+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+
Cystin/Cystein													+	

Auch die Erscheinung, daß das Tuberin kranker Knollen durch KOH bei längerer Dauer der Hydrolyse schneller als Tuberin gesunder Knollen angegriffen wird, konnte bei den papierchromatographischen Untersuchungen bestätigt werden (Tabelle 2). So tritt z. B. Leucin-Isoleucin bereits nach 2 Stunden, bei Tuberin gesunder Knollen erst nach 3 Stunden deutlich auf. Auch Phenylalanin, Methionin und Tyrosin erreichen ihre volle Stärke in der Ninhydrinfärbung schon zu einem früheren Zeitpunkt.

Tabelle 2

Erscheinen der Aminosäuren im Verlauf der Hydrolyse von Tuberin gesunder und kranker Knollen mit 4n-KOH
g = gesund; k = krank; (+) = schwach; + = deutlich

Aminosäuren	30 min		60 min		2 Std.		3 Std.		5 Std.		8 Std.		13 Std.	
	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k	g	k
Leucin/Isoleucin				(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Phenylalanin								+	(+)	+	+	+	+	—
Methionin							(+)	(+)	+	+	+	+	+	—
Tyrosin							(+)	+	+	+	+	+	+	—
Alanin	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Glutaminsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Glycin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Asparaginsäure	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Lysin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Cystin/Cystein													+	—

Nach diesen Befunden erscheinen also die Aminosäuren sowohl bei der alkalischen als auch bei der sauren Hydrolyse in der gleichen Reihenfolge. Die Geschwindigkeiten ihres Erscheinens sind aber unterschiedlich. Die charakteristische Reihenfolge, in der die Aminosäuren frei werden, kann verschiedene Gründe haben: einmal kann es sein, daß sie verschieden leicht aus dem Molekülverband herausgelöst werden, zum anderen kann die Reihenfolge dem prozentualen Anteil der Aminosäuren entsprechen, und schließlich können beide Möglichkeiten ineinandergreifen.

Vergleicht man die letzten Arbeiten, die die Aminosäurezusammensetzung von Kartoffeleiweißen und -preßsäften behandeln (REISSIG 1958, LE TOURNEAU 1956, SCHUPHAN und POSTEL 1957, REINDEL und BIENENFELD 1956 a und b), so zeigt sich, daß die an verschiedenen Kartoffelsorten gewonnenen Ergebnisse in dieser Hinsicht kaum verglichen werden können. Ganz allgemein liegen Valin, Phenylalanin und Tyrosin immer in mittleren Konzentrationen, Methionin dagegen in geringeren vor. Aus dem Verhalten von Methionin und Valin konnte in der vorliegenden Arbeit der Schluß gezogen werden, daß die Reihenfolge des Erscheinens der einzelnen Aminosäuren während der Hydrolyse nicht unbedingt zu den prozentualen Mengenverhältnissen in Beziehung gesetzt werden kann. Valin, als Aminosäure mittlerer Konzentration, konnte während des kontrollierten Verlaufs der Hydro-

lyse überhaupt nicht nachgewiesen werden, während Methionin, das immer nur in geringen Mengen vorhanden sein soll, bereits mit Tyrosin und Phenylalanin frei wurde. Auch die Reihenfolge der Farbintensität (aus TURBA 1954), bezogen auf gleiche Substanzmengen, konnte nicht mit der Reihenfolge des Erscheinens in Beziehung gesetzt werden. Der Zusammenhang der Hydrolysegeschwindigkeit der Tuberine und des Freiwerdens der Aminosäuren bedarf weiterer Untersuchungen. Es ist zweifellos eine Beziehung von großem und wichtigem Erkenntniswert.

Neben den Aminosäuren in Hydrolysaten von Tuberin gesunder und kranker Knollen untersuchten wir außerdem das Vorkommen der freien Aminosäuren im Knollenpreßsaft. Ein Vergleich mit den Chromatogrammen der Hydrolysate ergab, daß im Preßsaft mehr Aminosäuren enthalten sind, als nach 13stündiger Hydrolyse von Tuberin (mit 6 n-HCl) nachgewiesen werden können. Zusätzlich traten Valin, Prolin und Arginin auf. Ein Unterschied zwischen „gesund" und „krank" wurde nicht gefunden.

Besprechung der Ergebnisse

Wir haben die Tuberine gesunder und blattrollviruskranker Kartoffelknollen mineralsauren und mineralalkalischen Hydrolysen ausgesetzt und Unterschiede in der Angreifbarkeit dieser Eiweiße gefunden. Tuberin ist das, was „durch Hitze aus dem von Stärke befreiten, leicht sauren Preßsaft der Kartoffelknollen ausgeflockt werden kann". Die untersuchten gesunden und kranken Kartoffeln haben wir von Stauden geerntet, die während der ganzen Vegetationszeit gesund bzw. krank waren. Die blattrollkranken Stauden waren also nicht nur infiziert, sondern auch systemisch erkrankt. Wir können nicht behaupten, daß die „gesunden" Knollen nicht infiziert waren. Sie stammten aber gewiß nicht von systemisch erkrankten Stauden.

Mit dem Gegensatz der Fragen, „was gesund und was krank sei", stehen wir im schwierigsten Problem der Sache. Der Vektor braucht nur e i n Virusmolekül oder ein paar Moleküle übertragen zu haben, damit die Staude infiziert ist, und die Auswirkung einer sich entwickelnden Krankheit ist sehr wahrscheinlich. Es ist dagegen unwahrscheinlich, daß man diese Infektion in der geernteten Knolle analytisch feststellen kann. Ebenso, wie die Staude durch wenige übertragene Moleküle infiziert wird, kann auch die junge Knolle durch wenige Moleküle, die in sie hineinkommen, infiziert sein. Es ist dann auch unwahrscheinlich, daß man in solchem Falle die Infektion der Knolle analytisch feststellen kann. Der Krankheitszustand einer Kartoffelknolle kann in jedem Falle nur dann analytisch festgestellt werden, wenn in der Auswirkung der Infektion irgend etwas Spezifisches in einer analytisch faßbaren Konzentration angehäuft worden ist, was in der Staude und in den Knollen nur möglich sein wird, wenn der Zustand der systemischen Erkrankung erreicht war.

Man ist leicht geneigt, in dem Eiweißanteil, der nach unseren Befunden mit Mineralsäure oder nach HENKES Befunden mit Papayotin und Trypsin

nicht so leicht wie die anderen Eiweißanteile zu hydrolysieren ist, das Viruseiweiß zu sehen. Es würde auch dem entsprechen, was zur Erklärung der Effekte des Spätpflanzens und der Blühzeiternten erwartet werden muß. Abgesehen von der Tatsache, daß die Untersuchungen keinerlei Beweise für eine These dieser Art erbracht haben — wenn ihre Ergebnisse auch leicht solche Anschauung aufkommen lassen —, müssen bei der Urteilsbildung noch andere Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

Was hier als parallele Differenz zu „gesund und krank" analytisch festgestellt wurde, konnte der vermehrte infektiöse Reduplikant sein. Er braucht es aber nicht zu sein, denn es konnte auch etwas sein, was durch eine krankheitsbedingt erregte Stoffwechselanomalie verändert zustande kam. Das ist aber etwas grundsätzlich anderes, weil der Stoffwechsel nicht allein unter dem Einfluß der Krankheit steht. Viele innere konstitutionelle Bedingungen und viele Existenzbedingungen aus der Umwelt manifestieren und modifizieren die Erscheinung des Lebens und der Krankheit der Pflanze. Es ist deshalb nicht sicher, ob die Veränderung eines Merkmals, die man bei den Kranken im Gegensatz zu den Gesunden einer oder mehrerer Herkünfte feststellen kann, sich auch an einem anderen Ort, in einer anderen Landschaft, aus dem Krankheitsvorgang ergeben würde.

Schließlich darf nicht übersehen werden, daß der Massenwechsel des Vektors des Blattrollvirus, der Blattlaus *Myzodes persicae*, überall, wo Kartoffeln angebaut werden, für die Verseuchung der Bestände ausreicht. Es kann deshalb die Landschaftsgebundenheit der Verseuchung nicht auf den Vektor, sondern muß auf andere Ursachen zurückgeführt werden. Dabei taucht für uns die Frage auf, ob die große Wahrscheinlichkeit des Vorkommens der Krankheit statistisch in einer Korrelation zum Vorkommen ökologisch bedingter Modifikationen des Stoffwechsels und seiner Produkte steht. Hieraus kann sich auch dann, wenn das Vergleichsmaterial vom gleichen Acker stammt, ergeben, daß der Krankheitszustand und die Veränderung eines Merkmals positiv korrelieren, letzteres aber nicht kausal notwendig ein Symptom der Krankheit zu sein braucht.

Wenn wir hier in der Besprechung der Ergebnisse hauptsächlich nur Bedenken haben, dann hat das seine guten Gründe. Man kann nicht genügend darauf aufmerksam machen, daß eine mögliche Korrelation von „gesund — krank" einerseits und „leichthydrolysierbar — schwerhydrolysierbar" andererseits zunächst statistische Beziehungen sind und noch keine Beweise einer Kausalbeziehung enthalten. Die Kausalbeziehung zu beweisen, ist eine langwierige und mühevolle Arbeit, die noch vor uns liegt.

Zusammenfassung

Es wurde Tuberin aus gesunden und blattrollviruskranken Kartoffelknollen unter verschiedenen Bedingungen hydrolysiert. Außerdem wurden der Aminosäuregehalt des Preßsaftes aus diesen Knollen und das unterschiedliche

Freiwerden der Aminosäuren während der Hydrolyse untersucht. Wir fanden dabei folgende Unterschiede:

1. Bei der Hydrolyse mit 6 n-HCl wird das Tuberin aus gesunden Knollen stärker angegriffen als das Tuberin kranker Knollen.

2. Bei der Hydrolyse mit 4 n-KOH wird das Tuberin aus kranken Knollen anfangs ebenfalls weniger angegriffen als Tuberin gesunder Knollen. Nach 30 Minuten Hydrolyse ändert sich das Verhältnis; das Tuberin gesunder Knollen wird jetzt weniger hydrolysiert als das Tuberin kranker Knollen. Die Hydrolyse mit 4 n-KOH verläuft in jedem Falle langsamer als mit 6 n-HCl.

3. Bei der Hydrolyse mit 1 n-HCl bzw. 1 n-KOH verläuft der Abbau wesentlich langsamer, aber in den Verhältnissen gesund : krank analog den Hydrolysen mit 6 n-HCl bzw. 4 n-KOH.

4. Gegen schwach erwärmte KOH bzw. HCl verhalten sich die Tuberine entgegengesetzt: Tuberin aus gesunden Knollen löst sich kaum in HCl, während Tuberin kranker Knollen sofort einen weißen, voluminös verquollenen Niederschlag bildet. In kalter KOH lösen sich beide Eiweiße, jedoch flockt bei gelindem Erwärmen das Tuberin aus gesunden aus, während das aus kranken Knollen klar in Lösung bleibt. Auffallend ist, daß die Niederschlagsbildung in 4 n-HCl einerseits, in 4 n-KOH andererseits mit jeweils vermindertem hydrolytischem Abbau in diesem Agens übereinstimmt.

5. Das Freiwerden der Aminosäuren im Verlauf der Hydrolyse wurde papierchromatographisch verfolgt. Dabei konnte festgestellt werden, daß zwischen den Wirkungen der alkalischen und der sauren Hydrolyse nur Unterschiede in den Geschwindigkeiten bestehen, mit denen die Aminosäuren erscheinen. Diese papierchromatographischen Untersuchungen bestätigten die Befunde von Titrationen der Hydrolysate mit Formol.

Summary

Hydrolysis experiments on tuberin from healthy potato tubers and tubers infected with leaf roll

Tuberin from healthy potato tubers and from tubers infected with leaf roll was hydrolysed under different conditions. The aminoacid content of the expressed sap from these tubers and the different rate of appearance of the aminoacids in the course of hydrolysis was also studied. The following differences were found:

1. On hydrolysis with 6 n-HCl the tuberin from healthy tubers is attacked more than that from diseased tubers.

2. On hydrolysis with 4 n-KOH the tuberin from diseased tubers was also less attacked than that from healthy tubers in the early stages. After

30 minutes of hydrolysis the relationship changes the tuberin from healthy tubers being then less attacked than that from diseased tubers. Hydrolysis with 4 n-KOH is in all cases slower than that with 6 n-HCl.

3. On hydrolysis with 1 n-HCl or 1 n-KOH the decomposition occurs more slowly but the relationships between healthy and diseased tubers are analogous to those with 6 n-HCl, and 4 n-KOH.

4. The two tuberins reacted to slightly warmed KOH or HCl in opposite ways: tuberin from healthy tubers was hardly dissolved at all in HCl whereas that from diseased tubers immediately produced a swollen voluminous white precipitate. In cold KOH both proteins dissolve but on warming slightly the tuberin from healthy tubers precipitates whereas that from diseased tubers remains dissolved. It is noteworthy that the precipitation in 4 n-HCl and 4 n-KOH respectively corresponds to reduced hydrolytic activity in this latter agent.

5. The appearance of aminoacids in the course of hydrolysis was traced by paper chromatography. It was shown that the action of alkaline and acid hydrolysis differs only in the speed at which the aminoacids appear. The results of paper chromatography confirm the findings from titration of the hydrolysates with formol.

Literaturverzeichnis

Allison, R. M., 1953: Effect of the leaf-roll virus infection on the soluble nitrogen composition of potato tubers. Nature **171**, 573.

Andreae, W. A., and K. L. Thompson, 1950: Effect of leaf-roll virus on the amino-acid-composition of potato tubers. Nature. **166**, 72—73.

Bjeloserskij, A. N., und N. J. Proskurjakow, 1956: Praktikum der Biochemie der Pflanzen. Berlin.

Grassmann, W., und K. Hannig, 1953: Trennung von Stoffgemischen auf Filterpapier durch Ablenkung im elektrischen Feld. Z. physiol. Chem. **292**, 32—50.

Hartisch, J., 1934: Stoffwechselphysiologische Untersuchungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffelpflanze. Planta **22**, 692—719.

Henke, O., 1956: Beitrag zum N-Stoffwechsel blattrollkranker Kartoffelpflanzen. Zbl. Bakt. II, **109**, 367—388.

-- —, 1957: Untersuchungen über den Stoffwechsel blattrollkranker Kartoffelpflanzen Ibid. **110**, 361—377.

Kanngiesser, W., 1952: Polarographische und papierelektrophoretische Charakterisierung von Kartoffelproteinen in ihrer Beziehung zu Kartoffelvirosen. Phytopath. Z. **18**, 447—452.

Le Tourneau, D., 1956: Aminoacid of potato tubers, etiolated sprouts, and foliage. Bot. Gaz. **117**, 338—342.

Lyssenko, T. D., 1951: Agrobiologie. Berlin.

Parnas, J. K., 1938: Über die Ausführung der Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl in der Modifikation von Parnas und Wagner. Z. anal. Chem. **114**, 261—275.

Pfeil, E., und A. Niemann, 1957: Gesteigerte Anreicherung eines proteolytischen Fermentes aus Kartoffeln durch Verwendung blattrollkranker Knollen. Naturwissenschaften **44**, 307—308.

Pincussen, L., 1930: Mikromethodik. Leipzig.

Reindel, F., und W. Bienenfeld, 1956 a: Unterschiede in den freien Aminosäuren in Blattpreßsäften gesunder und blattrollkranker Kartoffelpflanzen. Z. physiol. Chem. **305**, 123—131.

— —, und — —, 1956 b: Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung der Proteine und Peptide von Blattpreßsäften gesunder und rollviruskranker Kartoffeln Ibid. **303**, 262—271.

Reissig, N., 1958: Über Möglichkeiten einer züchterischen Verbesserung der biologischen Wertigkeit von Kartoffeleiweiß. Züchter **28**, 51—60.

Schleusener, W., 1954: Frühernte durch Krautziehen oder Grünernte im Pflanzkartoffelbau. Mitt. DLG **69**, 617—619.

Schuphan, W., 1950: Ein Beitrag zum N-Haushalt gesunder und viruskranker Kartoffelknollen unter besonderer Berücksichtigung des Gehaltes an exogenen Aminosäuren. Z. Pflanzenkrankh. **57**, 321—327.

— —, und W. Postel, 1957: Über die biologische Wertigkeit des Kartoffeleiweißes. Die statistische Streuung der Anteile der exogenen Aminosäuren am Rohprotein in Abhängigkeit von genetischen und ökologischen Faktoren. Naturwissenschaften **44**, 40—41.

Slack, E. B., 1948: Nitrogenous constituents of the potato. Nature **161**, 211.

Turba, F., 1954: Chromatographische Methoden in der Proteinchemie. Berlin, Göttingen u. Heidelberg.

Waldschmidt-Leitz, E., 1957: Chemie der Eiweißkörper. Stuttgart.

Wartenberg, H., 1937: Probleme der Forschungen über den Abbau der Kartoffel. Züchter **9**, 35—40.

— —, 1954: Erfahrungen mit Spätpflanzungen (Sommerpflanzungen) und Frühernten (Krautziehen) zur Gewinnung gesunder Pflanzkartoffeln. Dtsch. Landwirtsch. **5**, 578—581.

— —, M. Klinkowski und A. Hey, 1935: Der Tagesparzellenversuch, Beiträge zur Methodik der Kartoffelabbauforschung. Angew. Bot. **17**, 74—94

Aus dem Institut für spezielle Botanik
der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
Direktor: Prof. Dr. E. Gäumann

Der Einfluß des Lycomarasmins auf den Wasserhaushalt von unterschiedlich mit Eisen ernährten Tomatenpflanzen

Von

H. Kern

Mit 4 Abbildungen

Inhalt: Einleitung. — § 1. Methoden. — § 2. Die Wirkung des Lycomarasmins auf den Wasserhaushalt von unterschiedlich mit Eisen ernährten Tomatensprossen. — § 3. Die Wirkung des Lycomarasmin-Eisen-Komplexes auf den Wasserhaushalt von Eisenmangelsprossen. — § 4. Diskussion. — Summary. — Literaturverzeichnis.

Einleitung

Das Lycomarasmin (ein durch das *Fusarium lycopersici* Sacc. gebildetes Welketoxin) schädigt Pflanzen nach den bisherigen Erfahrungen vor allem als Komplexbildner. Wird es abgeschnittenen Tomatensprossen verabreicht, bildet es im Stengel wasserlösliche Eisenkomplexe, die durch den Transpirationsstrom in den Blättern angereichert werden und dort wegen ihrer geringen Stabilität wieder zerfallen. Die Wirkung des Lycomarasmins beruht deshalb einerseits auf dem Entzug von wirtseigenem Eisen (und anderen Schwermetallen) durch Komplexbildung und andererseits auf der Überschwemmung bestimmter Pflanzenteile mit dem dort angereicherten Eisen (Gäumann, Naef-Roth und Kern 1955, Gäumann und Naef-Roth 1956).

Der Wasserumsatz abgeschnittener Tomatensprosse wird durch reines Lycomarasmin zunächst gedrosselt; in einer zweiten Phase steigt vor allem die Wasserabgabe vorübergehend wieder an, und in der dritten Phase folgt der endgültige Rückgang (Gäumann und Jaag 1947, vgl. Abb. 2). Vom Beginn der zweiten Phase an liegt die Wasserabgabe ständig über der Aufnahme, und der Sproß erleidet einen wesentlichen Wasserverlust. Diese übersteigerte Wasserabgabe wird nach den bisherigen Befunden in erster Linie durch das in den Blättern angereicherte Eisen verursacht (Gäumann, Naef-Roth und Kern 1955, Kern 1956).

Wenn die Lycomarasminwirkung zu einem wesentlichen Teil auf einer Störung des Eisenhaushaltes beruht, so muß sie vom Eisengehalt der Pflanzen und damit von der Eisenernährung beeinflußt werden. Dies ist tatsächlich der Fall (Gäumann, Bachmann und Hütter 1957). Die Lycomarasminwirkung ist bei Pflanzen mit sehr wenig und mit sehr viel Eisen am höchsten; dazwischen durchläuft sie (bei 1/4 bis 1/2 der Normalernährung) ein Minimum. In den mit Eisen unterernährten Pflanzen verstärkt das Lycomarasmin die Eisenmangelschäden (kleine, graubraune Nekrosen der Interkostalfelder), in den überernährten Pflanzen die Eisenüberschwemmungsschäden (Spitzen- und Randnekrosen mit braunen Äderchen; Einrollen der Blattränder).

Die vorliegende Arbeit verfolgt die Wirkungen des Lycomarasmins auf den Wasserhaushalt der abgeschnittenen Sprosse von unterschiedlich mit Eisen ernährten Tomatenpflanzen.

§ 1. Methoden

Die Versuchspflanzen wurden in einer nach Zähner (1955) modifizierten Knopschen Nährlösung mit abgestuftem Eisengehalt gezogen. In der als normal bezeichneten Stufe war die Eisenkonzentration $5{,}0 \cdot 10^{-5}$ molar. Die Einzelheiten der Methodik sind bei Gäumann, Bachmann und Hütter (1957) beschrieben. Für die Messung des Wasserumsatzes gelangte die Versuchsanordnung von Gäumann und Jaag (1947) zur Anwendung. Die im folgenden als Beispiel gewählte Versuchsreihe wurde bei konstanter Temperatur (25,8 bis 26,1 °C), konstanter Luftfeuchtigkeit (50 bis 60 %) und konstanter Belichtung durchgeführt.

§ 2. Die Wirkung des Lycomarasmins auf den Wasserhaushalt von unterschiedlich mit Eisen ernährten Tomatensprossen

Wir prüften drei Ernährungsstufen, nämlich eine Mangelstufe (1/25 der Normalernährung oder $2 \cdot 10^{-6}$ molar), die Normalstufe ($5 \cdot 10^{-5}$ molar) und eine Stufe der Überernährung (4/1 der Normalernährung oder $2 \cdot 10^{-4}$ molar). Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen eine typische Versuchsreihe. Die drei Pflanzen wurden gleichzeitig und unter denselben Bedingungen aufgezogen und vergiftet; vor der Giftzugabe setzten sie (bezogen auf ihr Frischgewicht) ungefähr gleich viel Wasser um. Die Mangelpflanze war im Wachstum zurückgeblieben und zeigte Eisenmangelnekrosen; der überernährte Sproß zeigte leichte Überschußsymptome (Einrollen der Blätter). Die im folgenden geschilderten Schädigungen der Versuchssprosse wurden jeweils durch das Lycomarasmin zusätzlich ausgelöst.

Wir können den Kurven folgendes entnehmen:

1. Der Wasserumsatz der Eisenmangelpflanze (Abb. 1) wird durch das Lycomarasmin zunächst rasch gedrosselt. Nach etwa 4 Stunden ist

diese erste Phase beendet, und der Wasserumsatz geht in den folgenden 25 Stunden nur noch wenig zurück. Die Flüssigkeitsaufnahme liegt — wie schon während der Akklimatisierung in Wasser — ständig etwas über der Abgabe; der Sproß nimmt deshalb während des Versuchs dauernd an Gewicht zu. Rund 9 Stunden nach Beginn der Giftzugabe zeigen die Blätter die ersten Nekrosen; am Versuchsende sind die unteren Blätter nekrotisch dürr, und die oberen weisen starke nekrotische Flecke auf. Der Zeitpunkt des Auftretens der ersten äußerlich sichtbaren Symptome ist im Kurvenbild nicht ausgeprägt.

2. Auch der Wasserumsatz des normal ernährten Tomatensprosses geht unmittelbar nach Beginn der Giftzugabe stark zurück. Nach 4 Stunden steigen jedoch beide Kurven wieder an, und besonders die Wasserabgabe

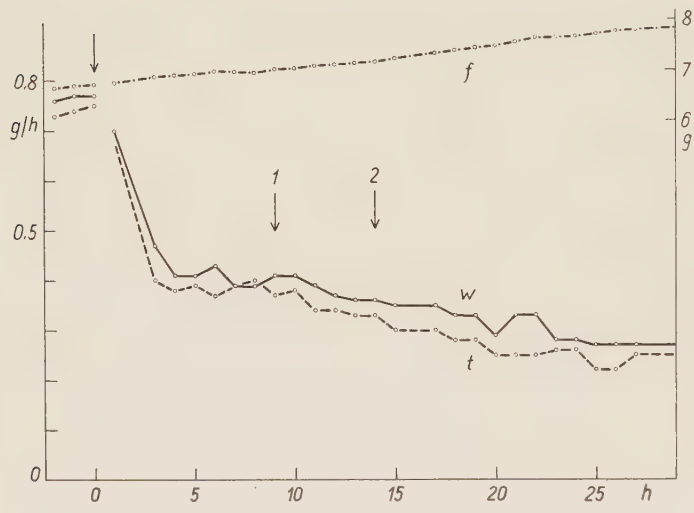


Abb. 1. Der Einfluß einer 10^{-2}molaren Lycomarasminlösung auf den Wasserhaushalt eines Eisenmangelsprosses. Abszisse: Stunden nach Beginn der Giftzugabe (durch einen Pfeil angedeutet). Ordinaten: **w** Flüssigkeitsaufnahme, **t** Transpiration des gesamten Sprosses, beide in Gramm je Stunde, **f** Frischgewicht des Sprosses in Gramm. **1** erste Blattnekrosen. **2** starke Nekrosen

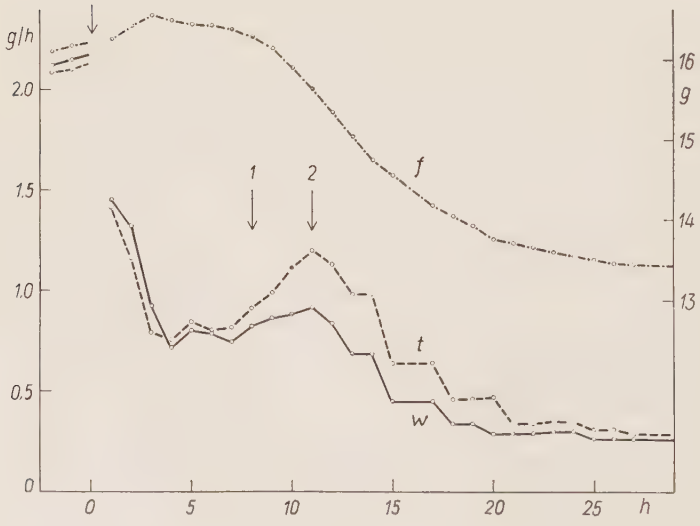


Abb. 2. Der Einfluß einer 10^{-2}molaren Lycomarasminlösung auf den Wasserhaushalt eines normal ernährten Tomatensprosses. Abszisse und Ordinaten wie in Abbildung 1. **1** erste Spitzen- und Randnekrosen. **2** starke Nekrosen

durchläuft ein deutliches Maximum. Nach 11 Stunden beginnen beide Kurven wieder abzufallen. Die Wasserabgabe liegt von der vierten Stunde an über der Aufnahme, und der Sproß verliert dauernd an Gewicht. Während der Phase des Wiederanstiegs treten auch die ersten Nekrosen auf; am Versuchsende sind die Blattspreiten nekrotisch-dürr und die Äderchen in den nekrotischen Flecken dunkel verfärbt.

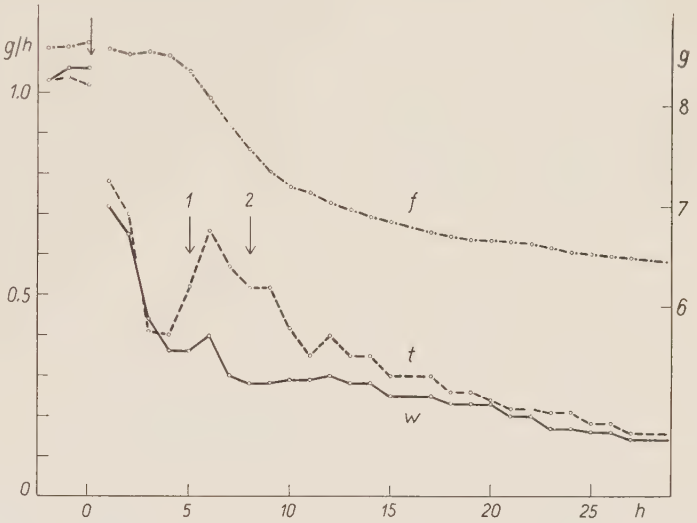


Abb. 3. Der Einfluß einer 10^{-2}molaren Lycomarasminlösung auf den Wasserhaushalt eines mit Eisen übererernährten Tomatensprosses. Abszisse und Ordinaten wie in Abbildung 1. 1 erste Spitzen- und Randnekrosen. 2 starke Nekrosen

3. Die Kurven des übermäßig mit Eisen ernährten Sprosses verlaufen grundsätzlich gleich wie diejenigen des normal ernährten. In unserem Beispiel ist die Übersteigerung der Wasserabgabe in der zweiten Vergiftungsphase stärker ausgeprägt als beim normal ernährten Sproß; in anderen Versuchsreihen war der Unterschied jedoch wesentlich geringer. Auch die Blätter dieses Sprosses sind am Versuchsende nekrotisch-dürr und die Äderchen dunkelbraun verfärbt.

Diese Ergebnisse stehen mit den früheren Untersuchungen im Einklang. Wenn die stark übersteigerte Wasserabgabe in der zweiten Phase durch das in die Blätter verfrachtete Eisen ausgelöst wird, ist sie bei den normal und übermäßig mit Eisen ernährten Sprossen zu erwarten; in den Mangelpflanzen ist die verfügbare Eisenmenge zu gering, und die Übersteigerung bleibt aus. Daß die Menge des Gesamteisens und des Eisens im Preßsaft in den Eisenmangelpflanzen tatsächlich wesentlich geringer ist als in den besser ernährten Pflanzen, wurde von Gäumann, Bachmann und Hütter (1957) gezeigt.

§ 3. Die Wirkung des Lycomarasmin-Eisen-Komplexes auf den Wasserhaushalt von Eisenmangelsprossen

Wenn unsere Darstellung richtig ist, muß es möglich sein, durch Verabreichung des Lycomarasmin-Eisen-Komplexes auch in Eisenmangelsprossen eine Übersteigerung der Wasserabgabe auszulösen. Abbildung 4 zeigt, daß

dies tatsächlich der Fall ist; mit dem Lycomarasmin-Eisen-Komplex wird genügend Eisen in die Blätter gebracht, um eine Übersteigerung der Wasserabgabe und das Auftreten von braun geaderten nekrotischen Flecken (Überschußsymptome) zu bewirken. — Ähnliche Wasserbilanzstörungen verursacht auch der Eisenkomplex des Komplexons III.

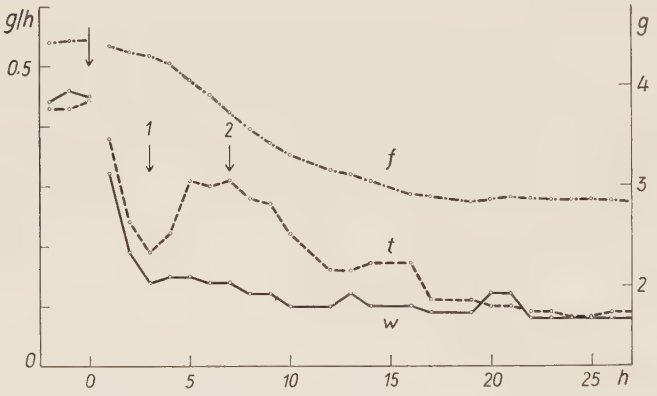


Abb. 4. Der Einfluß einer Lycomarasmin-Eisen-Lösung (Lycomarasmin 10^{-2}molar + $FeCl_3 \cdot 6\ H_2O$ 10^{-3}molar) auf den Wasserhaushalt eines Eisenmangelsprosses. Abszisse und Ordinaten wie in Abbildung 1. **1** erste Spitzennekrosen. **2** starke Nekrosen

§ 4. Diskussion

In allen Kurven dieser Arbeit wird — wie in früheren Versuchen — der Wasserumsatz der Tomatensprosse unmittelbar nach Beginn der Giftzugabe stark gedrosselt. Diese Drosselung wird weder durch die vorgängige Absättigung des Lycomarasmins mit Schwermetallionen (Eisen, Kupfer) noch durch die Eisenernährung der Versuchspflanzen beeinflußt; ihre Ursache ist noch nicht bekannt.

Die in einer späteren Vergiftungsphase zu beobachtende Übersteigerung der Wasserabgabe dagegen (Abb. 2 bis 4) steht mit der Komplexbildung des Lycomarasmins in engem Zusammenhang. Sie tritt nach allen bisherigen Befunden nur dann ein, wenn genügende Mengen von Eisenionen in den Blättern angereichert und freigesetzt werden. Sie kommt deshalb nicht zustande mit dem stabilere Eisenkomplexe bildenden Komplexon III (GÄUMANN, NAEF-ROTH und KERN 1955), mit dem stabilen Lycomarasmin-Kupfer-Komplex (KERN 1956) und nach Verabreichung von reinem Lycomarasmin an Eisen mangelpflanzen (Abb. 1); im zuletzt genannten Fall erfolgt sie erst nach Zufuhr des notwendigen Eisens von außen (Abb. 4). Die Eisenvergiftung führt offenbar zu einer irreversiblen Schädigung der Plasmagrenzschichten und damit zu einer Verminderung der wasserhaltenden Kraft der Protoplasten. Daß das als Lycomarasminkomplex verabreichte Eisen zum Beispiel die Wasserpermeabilität in wesentlichem Ausmaß erhöhen kann, zeigten GÄUMANN und BACHMANN (1957) an Protoplasten von *Rhoeo discolor*. Durch welche Mechanismen der Zellhaushalt während der Eisenvergiftung — und der dazu parallel gehenden Komplexbildung des freigewordenen Lycomarasmins mit anderen Metallen — geschä-

digt wird (Wirkungen auf Enzymsysteme der Zelloberfläche, auf die nichtosmotische Wasseraufnahme usw.), läßt sich im einzelnen vorderhand noch nicht beschreiben.

Summary

The effect of lycomarasmin on the water balance of tomato cuttings is influenced by the iron nutrition of the plants. In plants with normal or excessive iron supply, lycomarasmin causes — through its water soluble, transportable iron chelates — an accumulation of iron in certain leaf areas and consequently an iron intoxication with a heavy water loss (fig. 2 and 3). In deficient plants, the quantity of iron available is too small to produce such an effect (fig. 1); it appears only when additional, complex-bound iron is supplied to the cuttings (fig. 4).

Die vorliegende Arbeit wurde durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt. Den zuständigen Behörden sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Literaturverzeichnis

Gäumann, E., und E. Bachmann, 1957: Über den Einfluß des Lycomarasmins und seiner Schwermetallkomplexe auf die Wasserpermeabilität pflanzlicher Protoplasten. Phytopath. Z. **29**, 265—276.

— —, — — und R. Hütter, 1957: Über den Einfluß der Eisenernährung auf die Lycomarasmin-Empfindlichkeit der Tomatenpflanzen. Phytopath. Z. **30**, 87—105.

— —, und O. Jaag, 1947: Die physiologischen Grundlagen des parasitogenen Welkens I. Ber. schweiz. bot. Ges. **57**, 3—34.

— —, und St. Naef-Roth, 1956: Über die chelierende Wirkung einiger Welketoxine IV. Phytopath. Z. **25**, 418—444.

— —, — — und H. Kern, 1955: Über die chelierende Wirkung einiger Welketoxine III. Phytopath. Z. **24**, 373—406.

Kern, H., 1956: Der Einfluß des Lycomarasmin-Kupfer-Komplexes auf den Wasserhaushalt abgeschnittener Tomatensprosse. Phytopath. Z. **27**, 55—59.

Zähner, H., 1955: Über den Einfluß der Ernährung auf die Toxinempfindlichkeit von Tomatenpflanzen. Phytopath. Z. **23**, 49—88.

Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für gärtnerische Virusforschung, Berlin-Dahlem, und dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim

Epidemiologische Untersuchungen über einige Viren der Unkraut- und Ruderalflora Berlins[1])

Von

R. Schwarz

Mit 16 Abbildungen

Inhalt: I. Einleitung. — A. Allgemeines. — B. Methodik. 1. Mechanische Übertragung der Viren. 2. Blattlausübertragungen. 3. Gelbschalenfänge. 4. Attraktivflächen. — II. Die Epidemiologie der Viren auf den Unkraut- und Ruderalpflanzen. — A. Auf den Unkraut- und Ruderalpflanzen vorgefundene Viren. — B. Potentieller Wirtspflanzenkreis einiger näher untersuchter Viren im Unkraut- und Ruderalbestand. — C. Experimentelle Blattlausübertragungen der untersuchten Viren auf Pflanzen der Unkraut- und Ruderalflora. — D. Diskussion der epidemiologischen Verhältnisse am Ruderalstandort Lützowufer. — E. Der Grad der Virusverseuchung in den untersuchten Pflanzenbeständen. — F. Anwendungsbereich der Attraktivflächenmethode und Möglichkeiten einer Prognose der Virusverseuchung. — Zusammenfassung. — Summary. — Literaturverzeichnis.

I. EINLEITUNG

A. Allgemeines

Epidemiologische Untersuchungen, also Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Virus, Wirtspflanze und Blattlausüberträger wurden und werden in erster Linie in Kulturpflanzenbeständen durchgeführt. Schon früh kam man jedoch zur Erkenntnis, daß solche Untersuchungen auch die Unkraut- und Ruderalpflanzen auf dem Felde miterfassen müssen (Doolittle

[1]) Dank dem Entgegenkommen des Präsidenten der Biol. Bundesanstalt, Herrn Prof. Dr. H. Richter, konnte die vorliegende Arbeit an der Biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem durchgeführt werden. Für die vielfachen Anregungen und die hilfsbereite Unterstützung spreche ich meinen Lehrern Herrn Prof. Dr. B. Rademacher und Herrn Prof. Dr. O. Pflugfelder meinen herzlichsten Dank aus. Herrn Dr. K. Heinze, in dessen Laboratorium (Institut für gärtnerische Virusforschung) ich meine Arbeit durchführen durfte, danke ich für die Mithilfe bei der Bestimmung der Blattläuse und die für den Fortgang meiner Arbeit wertvollen Ratschläge recht herzlich. Für die Anfertigung der Photoaufnahmen bin ich Herrn E. Schälow zu Dank verpflichtet.

und Walker 1926, Simpson, Shands und Wymann 1945, Faan und Johnson 1951, Schlösser 1952, Tjallingii 1951, Oswald und Houston 1953, Noordam 1955, McClement und Richards 1956, Hein 1956, 1957, Valenta 1956, Herold und Bremer 1958 u. a.), denn all diese Pflanzen kommen als Viruszwischenwirte bzw. als Blattlauswirte in Frage. Natürlich können auch andere Pflanzengemeinschaften epidemiologisch eine Rolle spielen, jedoch sind es in erster Linie die in engster Beziehung zu den Kulturen stehenden Ruderalpflanzen und Unkräuter, die als Viruszwischenwirte Bedeutung haben. Es erschien daher angezeigt, den epidemiologischen Verhältnissen der Viren im Unkraut- und Ruderalbestand sowie der Biologie ihrer Überträger besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Im Gegensatz zu den homogenen Kulturbeständen setzen sich diese Bestände aus Pflanzen verschiedenster systematischer Stellung zusammen. Gleich heterogen ist das Alter der verschiedenen Individuen einer Art. Diese Unterschiede prägen sich auch im Artenspektrum der Blattlausfauna aus.

Während an anderer Stelle näher auf die Biologie und Ökologie der Blattläuse der Unkraut- und Ruderalflora eingegangen wird[1]), soll die vorliegende Veröffentlichung in erster Linie auf die Epidemiologie der Viren der Unkraut- und Ruderalflora eingehen. Dabei müssen d i e Befunde über die Biologie und Ökologie der Blattläuse erwähnt werden, die zum Verständnis der epidemiologischen Zusammenhänge unerläßlich sind.

Bei der großen Zahl der Blattlausarten im Ruderal- und Unkrautbestand sowie bei der großen Zahl der Pflanzenarten und Viren mußte in verschiedener Hinsicht eine A u s w a h l getroffen werden:

1. Nach einer Bestandsaufnahme der Viren, die auf den Pflanzen dieser Standorte auftreten, Beschränkung der weiteren Untersuchungen auf einige wenige Viren, die kurzfristig blattlausübertragbar und mechanisch übertragbar sein mußten, da nur so die zur Verfügung stehende Zeit für die Testung des Wirtspflanzenkreises der Viren ausreichte.

2. Untersuchung der Biologie und Ökologie der wichtigsten auf Unkraut- und Ruderalpflanzen vorkommenden Blattläuse.

3. Beschränkung auf einige wenige Standorte.

4. Beschränkung auf zwei Vegetationsperioden.

B. Methodik

1. M e c h a n i s c h e Ü b e r t r a g u n g e n d e r V i r e n

Im Laufe der Untersuchungen wurden häufig mechanische Übertragungen von Viren durchgeführt. Der aus zermörserter Blattmasse gewonnene Preßsaft wurde mit der gleichen Menge destilliertem Wasser verdünnt und dann mit dem Finger auf die mit Karborund bestäubten Blätter der zu infizierenden

[1]) Der aphidologische Teil der Untersuchungen erscheint unter dem Titel „Biologisch-ökologische Untersuchungen über die Blattläuse der Unkraut- und Ruderalflora Berlins" in „Beiträge zur Entomologie", Band 9, Nr. 5/6, 1959.

Pflanze abgerieben. Bei zartblättrigen Pflanzen wurde der virushaltige Preßsaft ohne Karborund verrieben. Die Hände wurden nach jeder Abreibung mit Trinatriumphosphatseife gewaschen.

2. Blattlausübertragungen

Zuchten von Blattlausarten, die zu Virusübertragungen dienten, wurden an samengezogenen Pflanzen, von einer Junglarve ausgehend, aufgebaut. Über die Zuchten gestülpte Behälter aus Ultraphan verhinderten ein Eindringen von Blattlausfeinden. In gewissen Abständen erfolgte eine Nachbestimmung von Blattläusen aus den Zuchten.

Die Virusübertragungen wurden in folgender Weise durchgeführt:

Die Blattläuse wurden von den Blättern der Zuchtpflanzen mit einem weichen Pinsel in eine Petrischale gebürstet. Dort blieben sie eine Stunde, da nach WATSON 1936 und 1938 eine solche Hungerzeit bei kurzfristig übertragbaren Viren den Infektionserfolg erhöht. Danach wurden die Blattläuse 7 bis 10 Minuten lang auf die Infektionsquelle gesetzt und nach dieser Zeit mit einem Pinsel auf die zu infizierenden Pflanzen übertragen. Auf diesen Testpflanzen wurden sie 24 Stunden belassen und dann mit E 605 abgetötet.

3. Gelbschalenfänge

Die qualitative und quantitative Zusammensetzung der geflügelten Blattläuse in der Luft wurde mit den von MOERICKE 1951 beschriebenen Gelbschalen ermittelt.

Es handelt sich hierbei um flache, runde Blechschalen (die verwendeten hatten einen Durchmesser von 24 cm), die innen mit einer gelben Lackfarbe bestrichen wurden. Um die Schalen fangbereit zu machen, wurden sie zu $^3/_4$ mit Wasser aufgefüllt. Dem Wasser wurde ein Netzmittel beigegeben (Pril). Je drei solcher Gelbschalen wurden an den Standorten Tiergarten und Biologische Bundesanstalt aufgestellt. Der Schaleninhalt wurde zweimal wöchentlich durch eine Gaze gesiebt; die Blattläuse, Schlupfwespen und Syrphiden wurden ausgelesen, erstere nach der von HILLE RIS LAMBERS 1950 beschriebenen Methode mazeriert und bis zur Bestimmung in Alkohol aufbewahrt.

Nach HILLE RIS LAMBERS werden die Blattläuse in reinem Alkohol abgetötet, in 10 % Kalilauge etwa 10 Min. erhitzt, mit Alkohol ausgewaschen und hierauf weitere 10 Min. in Chloralphenol erhitzt. Nach dem Erkalten können die Tiere zu Dauerpräparaten verarbeitet werden. Als Einbettungsmittel wurde das von HEINZE 1952 vorgeschlagene Polyvinyl-Lactophenolgemisch verwendet, das sich durch Klarheit und günstigen Brechungsindex ($n = 1{,}414$) auszeichnet.

Sind die Blattläuse beim Auffinden noch nicht erwachsen, oder sind die zur Bestimmung notwendigen Stadien nicht vorhanden, so genügt es im allgemeinen, sie für einige Tage in einer Petrischale auf Blättern der Futterpflanze zu halten. Diese sind eventuell mehrere Male zu erneuern. In besonderen Fällen mußten Zuchten auf den getopften Wirtspflanzen angelegt werden.

4. Attraktivflächen

Um die Blattläuse in erhöhter Zahl auf bestimmte Testpflanzen zu locken, wurden die mit den Töpfen in die Erde eingesenkten Testpflanzen durch Hartfaserplatten (25 cm/25 cm) mit eingesägten Schlitzen (Abb. 1 und 2), die oberseits gelb angestrichen wurden, unterlagert. Sie werden im folgen-

den als Attraktivflächen bezeichnet. Als Attraktivflächenpflanzen wurden in beiden Jahren je Attraktivfläche 3 *Nicotiana tabacum* var. Samsun-, 1 *Matthiola incana*- und 2 *Chenopodium quinoa*-Pflanzen ausgesetzt[1]). Diese Pflanzen wurden nach 2 Wochen durch neue Pflanzen ersetzt, die im blattlausfreien Gewächshaus gezogen worden waren. Nach der Exposition wurden die Pflanzen ins Gewächshaus gebracht, nach 2 bis 3 Wochen bonitiert sowie zusätzlich auf Testpflanzen abgerieben.

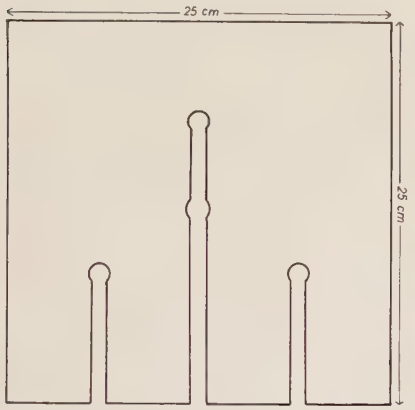


Abb. 1. Grundriß einer Attraktivfläche

Abb. 2. Gruppe von drei *Nicotiana tabacum* var. Samsun und einer *Matthiola incana* mit Attraktivflächenunterlagerung (Photo: BBA Schälow)

Der Rücktest von den exponierten *Nicotiana tabacum* var. Samsun-Pflanzen erfolgte auf 2 jungen Pflanzen derselben Art, 3 *Chenopodium quinoa*- und 2 *Sinapis alba*-Pflanzen (Abreibung von ausgeschnittenen Primärläsionen des Wasser- und Kohlrübenvirus auf Tabak). Von *Matthiola incana* und *Chenopodium quinoa* wurde der Rücktest in gleicher Weise vorgenommen. Um Zahl und Artenzusammensetzung der auf den Attraktivflächenpflanzen angeflogenen Blattläuse zu ermitteln, wurden zu den Hauptflugzeiten einiger Attraktivflächengruppen mit Tabakpflanzen, welche mit Raupenleim bestrichen wurden, ausgesetzt. In der Nähe dieser mit Attraktivflächen unterlagerten, leimbestrichenen Pflanzengruppen wurden leimbestrichene Kontrollpflanzengruppen ohne Attraktivflächenunterlagerung ausgesetzt. Nach je einem Tage wurden die angeflogenen Blattläuse abgesammelt, in 96%igen Alkohol gebracht und später mazeriert und bestimmt. Ebenfalls nach je einem Tage wurden die Attraktivflächen den Kontrollpflanzengruppen unterlegt, während die Pflanzen, welche vorher mit Attraktivflächen unterlagert waren, nun ihrerseits für diesen Tag als Kontrollpflanzen dienten.

[1]) Ein optimaler Erfolg wird gewährleistet, wenn die Attraktivflächengruppen auf einer unbewachsenen Fläche ausgebracht werden und der Blattlauszuflug nicht durch Bäume, Büsche oder ähnliches behindert wird.

Durch die Verstopfung der Spaltöffnungen blieben die Pflanzen tagelang turgeszent. Nach 3 bis 4 Tagen stellten sich allerdings Nekrosen an den Blättern ein, und die Pflanzen mußten durch neue ersetzt werden.

C. Untersuchungsgebiet

Standorte

Botanischer Garten

Im Botanischen Garten Berlin-Dahlem wurden in beiden Jahren Attraktivflächengruppen ausgebracht.

Versuchsgelände der Biologischen Bundesanstalt Berlin-Dahlem (BBA)

Im Versuchsgelände der BBA wurden in beiden Jahren Gelbschalen und Attraktivflächengruppen ausgebracht.

Das Gelände der BBA ist vorwiegend ackerbaulich genutzt, es befinden sich dort aber auch Gemüse- und Zierpflanzenanlagen.

Trümmergelände Lützowufer

Im Trümmergebiet Lützowufer wurden in beiden Jahren Gelbschalen und Attraktivflächengruppen ausgebracht.

Der Standort wurde so ausgewählt, daß eine Beeinflussung durch die Blattlausfauna von Ackerflächen und Gärten soweit als möglich ausgeschaltet wurde (zusammenhängende Trümmerfläche, die von Häuserblocks und weiteren Trümmerfeldern begrenzt war).

II. DIE EPIDEMIOLOGIE DER VIREN AUF DEN UNKRAUT- UND RUDERALPFLANZEN

A. Auf den Unkraut- und Ruderalpflanzen vorgefundene Viren

Zur Klärung der Frage, welche Viren an den untersuchten Standorten auf Unkräutern und Ruderalpflanzen vorkommen, konnte zunächst auf frühere Untersuchungen von USCHDRAWEIT und VALENTIN 1956 a, b und 1957 zurückgegriffen werden. Aus ihnen geht hervor, daß im Raume Berlin das Gurkenmosaikvirus, eine Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus und die Tabakmauche in größerem Umfange an Zierpflanzen sowie an Ruderalpflanzen und Unkräutern auftreten.

Bei zahlreichen eigenen Preßsaftabreibungen von Unkraut- und Ruderalpflanzen auf *Nicotiana tabacum* var. Samsun, *Nicotiana glutinosa, Chenopodium quinoa* und *Phaseolus vulgaris* als Testpflanzen wurden folgende Viren von Unkraut- und Ruderalpflanzen isoliert:

Gurkenmosaikvirus (GM) von *Artemisia absinthium, Melandrium album* und *Impatiens parviflora;*

Wasser- und Kohlrübenvirus (WKV) von *Cardaminopsis arenosa, Alliaria officinalis, Sisymbrium altissimum, Sisymbrium loeselii, Erysimum cheiranthoides, Sinapis arvensis;*

Tabakringspot (TRSP) von *Stellaria media;*

Stellaria-Bandblättrigkeit von *Stellaria media* (Schwarz 1959).

Von Fangpflanzen wurden folgende Viren isoliert (siehe Abschnitt I B 4):

Nicotiana tabacum var. Samsun:

Gurkenmosaik,
Y-Virus,
Luzernemosaikvirus (Schwarz 1958),
Wasser- und Kohlrübenvirus;

Matthiola incana:

Gurkenmosaik,
Wasser- und Kohlrübenvirus;

Chenopodium quinoa:

Luzernemosaikvirus.

Auf die Kriterien, nach denen von diesen Viren einige zur näheren Untersuchung ausgewählt wurden, wurde in Abschnitt I A schon hingewiesen: Das Virus sollte dem kurzfristig blattlausübertragbaren Typ zugehörig und an den untersuchten Standorten stark vertreten sein. Es sollte außerdem einen großen Wirtspflanzenkreis haben, der entweder viele Familien oder wenigstens eine im Ruderal- und Unkrautbestand stark vertretene Familie umfaßt.

Von den obenerwähnten Viren kamen demnach nur das Gurkenmosaikvirus (GM) und das im Ruderalbestand stark vertretene Wasser- und Kohlrübenvirus (WKV) in Frage. In einem Fall wurde allerdings eine Ausnahme gemacht. Wegen der Häufigkeit des Vorkommens des Mauchevirus auf Unkraut- und Ruderalpflanzen — oft an Stellen, an denen eine mechanische bzw. Bodenübertragung schwer vorstellbar war — erschien es angezeigt, dieses Virus auf seine Blattlausübertragbarkeit zu prüfen, obwohl eine Blattlausübertragung bisher noch nicht gelungen war.

B. Potentieller Wirtspflanzenkreis einiger näher untersuchter Viren im Unkraut- und Ruderalbestand

Von der Annahme ausgehend, daß eine Blattlausübertragung des Gurkenmosaikvirus und des Wasser- und Kohlrübenvirus auf eine Pflanze nur dann möglich ist, wenn diese Pflanze durch Preßsaftabreibung mit diesem Virus infiziert werden kann, wurden diese beiden Viren zusammen mit der Tabakmauche auf 69 Unkraut- und Ruderalpflanzen abgerieben, um den potentiellen Wirtspflanzenkreis dieser Viren auf den getesteten Pflanzen zu ermitteln. Natürlich ist durch die Feststellung einer Pflanze als potentieller Wirt nichts darüber ausgesagt, ob sie im Freiland als

Viruswirt von Bedeutung ist, ja überhaupt infiziert werden kann. Die Ermittlung des potentiellen Wirtspflanzenkreises eines Virus im untersuchten Bestand dient jedoch als wertvolle Arbeitsgrundlage für weitere epidemiologische Untersuchungen.

Die obenerwähnten Übertragungen wurden — das ließ sich aus arbeitstechnischen Gründen nicht vermeiden — zu verschiedenen Jahreszeiten bzw. in 2 Jahren mit verschiedener Witterung durchgeführt. Die Zahlen der durch Preßsaftübertragung erzielten Infektionen sind daher für die verschiedenen Viruswirte nicht direkt vergleichbar.

Die zu den Abreibungen verwendeten Unkraut- und Ruderalpflanzen wurden aus Samen gezogen, die teils selbst gesammelt, teils vom Botanischen Garten Berlin[1]) bezogen wurden. Die Anzucht der Pflanzen erfolgte in einem mit Drahtgaze gegen den Zuflug von Blattläusen gesicherten Gewächshause. Dieses wurde zudem in gewissen Zeitabständen ausgeräuchert, um jedes Festsetzen etwa verschleppter Blattläuse zu verhindern. Jedes Virus wurde auf 10 bis 15 Pflanzen einer Art abgerieben. Nach einer zwei- bis dreimonatigen Beobachtung der Pflanzen auf Virussymptome wurde ein Rücktest auf bestimmte Testpflanzen durchgeführt, um auch latente Infektionen erkennen zu können.

Übertragungsversuche

Infektiöser Preßsaft für die Übertragung des Gurkenmosaikvirus wurde von *Cucumis sativus* bzw. *Nicotiana glutinosa* gewonnen. Für die Variante[2]) des Wasser- und Kohlrübenvirus wurde der infektiöse Preßsaft von *Sinapis alba* und für die Mauche von *Nicotiana tabacum* var. Samsun gewonnen.

Zur besseren Übersicht ist in der zweiten Spalte die Infizierbarkeit der betreffenden Pflanze mit Gurkenmosaik (1), der Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus (2) und der Mauche (3) angegeben. Infektionsrate angegeben in: Zahl der Infektionen/Gesamtzahl der Pflanzen.

Literaturübersicht über die einzelnen Viren

Gurkenmosaik (GM)

Das Gurkenmosaikvirus ist kurzfristig durch Blattläuse übertragbar. Etwa 50 Überträger sind bisher bekannt (HEINZE 1951), und jährlich kommen neue dazu. Zahlreiche Autoren isolierten das Gurkenmosaikvirus von Unkraut- und Ruderalpflanzen im Freiland, so etwa HEINZE 1939 von *Capsella bursa-pastoris, Chelidonium majus, Datura stramonium, Galinsoga parviflora* und *Stellaria media,* FAAN und JOHNSON 1951 von *Leonurus cardiaca, Valeriana officinalis, Melandrium album* und *Salvia pratensis,* TJALLINGII 1952 von *Mercurialis annua* und *Valeriana officinalis.* USCHDRAWEIT und VALENTIN 1956 a fanden das GM im Raume Berlin auf *Ajuga reptans, Alliaria officinalis, Artemisia absinthium, Barbarea lyrata, Corydalis lutea* und *Impatiens parviflora,* HEIN 1957 auf *Mercurialis annua, Galinsoga parviflora, G. quadriradiata, Sonchus oleraceus* und *Datura stramonium,* HEROLD und

[1]) Ich danke Herrn JELITTO, dem Leiter des Bot. Gartens, herzlich für sein Entgegenkommen.

[2]) Die von USCHDRAWEIT und VALENTIN 1957 beschriebene Variante weicht auf verschiedenen Testpflanzen symptomatologisch vom WKV ab. Näheres siehe bei der Besprechung der einzelnen Viren.

Positive Übertragungen

Wirtspflanze	Infektions-erfolg	GM (1)	VWKV(2)	Mauche (3)
Balsaminaceae				
Impatiens parviflora D. L.	1 2 3	4/10	3/11*)	2/6
Boraginaceae				
Lithospermum officinalis L.	0 2 0	0/10	7/10*)	0/12
Campanulaceae				
Campanula trachelium L.	1 0 3	1/8	0/12	2/10
Caryophyllaceae				
Agrostemma githago L.	1 2 3	3/9	9/10	4/10
Melandrium album (Mill.) Garcke	1 2 3	5/11	4/9*)	3/11
Spergula arvensis L.	1 2 3	7/11	3/7*)	2/8
Stellaria media Villars	1 2 3	6/10	3/10	14/22
Chenopodiaceae				
Atriplex hastatum L.	0 0 3	0/8	Lokalläs.	6/8
Compositae				
Anthemis arvensis L.	1 2 0	4/11	5/10	0/10
Arctium lappa L.	1 0 0	1/10	0/11	0/10
Artemisia absinthium L.	1 0 0	2/14	0/10	0/10
Centaurea cyanus L.	1 2 3	2/14	1/10	5/12
Chrysanthemum leucanthemum L.	1 0 0	1/9	0/10	0/10
Cichorium intybus L.	0 0 3	0/12	0/8	1/10
Galinsoga parviflora Cav.	1 2 3	2/10	3/11	2/12
Galinsoga quadriradiata R. et P.	1 2 3	2/30	6/22	3/22
Hieracium pilosella L.	1 0 0	2/9	0/10	0/10
Hypochoeris radicata L.	0 2 0	0/10	2/8	0/10
Lactuca serriola Torner	1 0 0	6/14	0/10	0/10
Matricaria chamomilla L.	1 2 0	5/10	3/11	0/9
Senecio vulgaris L.	1 2 0	2/12	2/11	0/10
Senecio viscosus L.	1 2 0	6/10	3/10	0/8
Sonchus oleraceus L. (Scop.)	1 0 0	2/10	0/12	0/7
Cruciferae				
Alliaria officinalis Andre	1 2 0	1/10	3/10*)	0/10
Berteroa incana L.	0 2 0	0/14	7/10	0/12
Capsella bursa-pastoris L.	1 2 3	3 10	9/11	3/10
Cardaminopsis arenosa (L.) Hay	0 2 0	0/8	4/16	0/4
Erysimum cheiranthoides L.	0 2 0	0/10	3/10	0/9
Raphanus raphanistrum L.	0 2 0	0/7	7/10	0/8
Sinapis arvensis L.	0 2 0	0/16	8/10	0/11
Sisymbrium altissimum L.	1 2 0	1/9	8/12	0/10
Sisymbrium loeselii Juslen	0 2 0	0/10	7/10	0/8
Sisymbrium officinale L.	0 2 0	0/12	7/11	0/5
Thlaspi arvense L.	1 2 3	2/11	6/16	2/10
Euphorbiaceae				
Euphorbia exigua L.	0 2 0	0/10	3/12	0/10
Geraniaceae				
Erodium cicutarium L. Héritier	1 2 0	5/9	5/10	0/12
Labiatae				
Lamium album L.	1 2 0	1/10	3/17	0/10
Lamium amplexicaule L.	1 2 3	3/10	5/19	8/10

*) Symptome s. Abbildungen 3 bis 8.

Positive Übertragungen (Fortsetzung)

Wirtspflanze	Infektionserfolg	GM (1)	VWKV(2)	Mauche (3)
Leguminosae				
Lathyrus aphaca L.	0 2 0	0/10	5/20*)	0/12
Papaveraceae				
Chelidonium majus L.	1 2 3	2/11	1/9	4/9
Papaver rhoeas L.	1 2 3	2/9	8/10	5/9
Primulaceae				
Anagallis arvensis L.	1 2 3	7/10	1/10	7/10
Solanaceae				
Solanum nigrum L.	1 0 3	2/10	0/14	3/11
Urticaceae				
Urtica urens L.	1 0 0	3/10	0/12	0/16

*) Symptome s. Abbildungen 3 bis 8.

Negative Übertragungen

Boraginaceae: Anchusa officinalis L.

Chenopodiaceae: Chenopodium album L.

Compositae: Achillea millefolium L., *Artemisia vulgaris* L., *Carduus nutans* L., *Cirsium arvense* L., *Crepis tectorum* L., *Erigeron canadensis* L., *Solidago virgaurea* L., *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinale* Weber, *Tussilago farfara* L.

Convolvulaceae: Convolvulus arvensis L.

Leguminosae: Ononis arvensis L., *Vicia cracca.*

Onagraceae: Epilobium parviflorum Schreb., *Oenothera biennis* L.

Plantaginaceae: Plantago lanceolata L., *Plantago media* L.

Polygonaceae: Polygonum convolvulus, Polygonum persicaria, Rumex crispus L., *Rumex acetosella* L.

Umbelliferae: Aegopodium podagraria L.

Urticaceae: Urtica dioica L.

BREMER 1958 auf *Alliaria officinalis, Galinsoga parviflora, Hieracium* spec., *Mercurialis annua, Scrophularia nodosa, Scr. umbrosa, Senecio vulgaris, Solanum nigrum, Sonchus oleraceus* und *Stellaria media,* um die wichtigsten Arbeiten zu nennen.

Als Testpflanze für dieses Virus eignet sich ausgezeichnet *Chenopodium quinoa* (USCHDRAWEIT 1955). Diese Pflanze reagiert auf mechanische Inokulation des virushaltigen Preßsaftes mit ockerfarbenen Primärläsionen.

Wasser- und Kohlrübenvirus (WKV)

Dieses Virus ist kurzfristig durch die verschiedensten Blattläuse — vor allem die Kruziferenblattläuse und *Myzodes persicae* — übertragbar. Das von USCHDRAWEIT und VALENTIN 1957 als Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus beschriebene Virus (VWKV) tritt im Raum Berlin weit häufiger auf als das eigentliche Wasser- und Kohlrübenvirus. Diese Variante ruft auf *Chenopodium quinoa* im Gegensatz zu dem typischen (d. h. zu dem so bezeichneten vorliegenden Vergleichsstamm) Wasser- und Kohlrübenvirus gelbe chlorotische Primärläsionen hervor, während das WKV keinerlei Symptome auf *Cheno-*

Abb. 3. Systemische Symptome einer Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus auf Blättern von *Impatiens parviflora* (Photo: BBA Schälow)

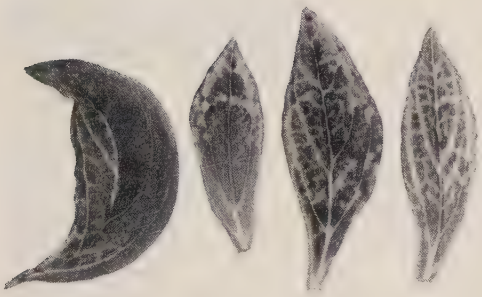


Abb. 4. Systemische Symptome einer Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus auf Blättern von *Lithospermum officinale* (Photo: BBA Schälow)

Abb. 6 (rechts). Systemische Symptome einer Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus auf Blättern von *Melandrium album* (Photo: BBA Schälow)

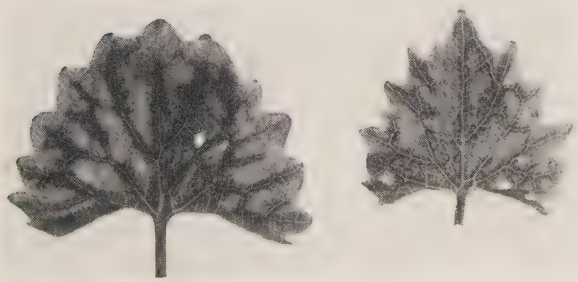


Abb. 5. Systemische Symptome einer Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus auf Blättern von *Alliaria officinalis* (Photo: BBA Schälow)

Abb. 7. Systemische Symptome einer Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus auf *Spergula arvensis*. Links = gesunde, rechts = infizierte Pflanze (Photo: BBA Schälow)

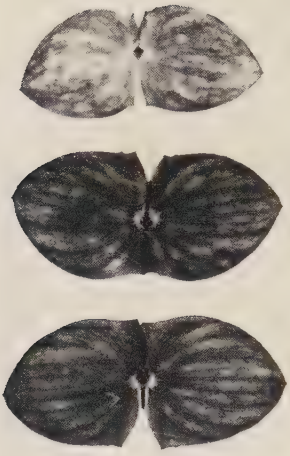


Abb. 8. Systemische Symptome einer Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus auf Nebenblättern von *Lathyrus aphaca* (Photo: BBA Schälow)

podium quinoa erzeugt. *Brassica rapa* var. *esculenta communis* erkrankt bei einer Infektion mit WKV systemisch, während diese Pflanze mit dem VWKV nicht zu infizieren ist. Die VWKV verhält sich bei Blattlausübertragungen gleich wie das WKV. Als Wirte für das WKV, die im Freiland infiziert vorgefunden wurden, gibt BROADBENT 1957 in Zusammenfassung der Angaben verschiedener Autoren und der eigenen Untersuchungen folgende Arten an:

Barbaraea vulgaris, Berteroa incana, Capsella bursa-pastoris, Diplotaxis muralis, Erysimum cheiranthoides, Papaver rhoeas, Raphanus raphanistrum, Sinapis arvensis, Sisymbrium officinale, Stellaria media, Thlaspi arvense.

USCHDRAWEIT und VALENTIN 1957 fanden die VWKV im Freiland auf folgenden Unkräutern und Ruderalpflanzen:

Alliaria officinalis, Papaver dubium, Papaver rhoeas, Reseda luteola, Sisymbrium loeselii, Sisymbrium officinale.

Als potentielle, durch Preßsaftübertragung ermittelte Wirte geben sie an[1]): *Agrostemma githago, Anthemis arvensis, Atriplex hastatum, Capsella bursa-pastoris, Erodium cicutarium, Lychnis flos cuculi, Galinsoga parviflora, Senecio vulgaris, Sinapis arvensis, Spergula arvensis, Lathyrus aphaca, Chelidonium majus, Thlaspi arvense.*

[1]) Diese bei USCHDRAWEIT und VALENTIN 1957 aufgeführten potentiellen Wirte wurden den Autoren zur Vervollständigung ihrer Wirtspflanzenliste zur Veröffentlichung überlassen.

Mauchevirus

Dieses Virus ist nach Literaturangaben nicht blattlausübertragbar (K. M. Smith 1957). Die Übertragung im Freiland findet durch Bodenübertragung und Kontakt statt. Von Uschdraweit und Valentin (1956) und von Noordam (1956) wurde das Virus auf zahlreichen Wirtspflanzen der Ruderal- und Unkrautflora gefunden. Schmelzer (1956) konnte dieses Virus experimentell auf weitere Wirte der Ruderal- und Unkrautflora übertragen.

Dieses Virus wurde wegen des Verdachtes, daß trotz gegenteiliger Literaturangaben eine Blattlausübertragung möglich sei, in die Untersuchung mit aufgenommen.

C. Experimentelle Blattlausübertragungen der untersuchten Viren auf Pflanzen der Unkraut- und Ruderalflora

Um die Überträgereigenschaften der Blattlausarten, die an den untersuchten Standorten auf den potentiellen Viruswirten der VWKV und des GM gefunden wurden, feststellen zu können, wurden experimentelle Blattlausübertragungen durchgeführt.

Die Methodik der Übertragungen wurde in Abschnitt I B 2 erläutert. Für die Bewertung der Ergebnisse gilt dasselbe wie für die Abreibungen: Da die Übertragungsversuche sich über längere Zeiträume erstreckten, sind ihre Ergebnisse nicht direkt miteinander vergleichbar. So gaben Übertragungen der VWKV mit *Myzodes persicae*, die monatlich mit je 10 *Sinapis alba*-Pflanzen durchgeführt wurden (März—Oktober), einen Infektionserfolg, der zwischen 6 und 10 Pflanzen lag. Die besten Infektionen waren im Frühjahr und Herbst zu verzeichnen.

Man kann an Hand der Ergebnisse daher lediglich auf einen guten, schlechten oder negativen Infektionserfolg schließen. Exakte, vergleichende Übertragungsversuche, wie sie etwa Sylvester 1954 durchführte, zeigen, wieviele Faktoren bei solchen Übertragungen berücksichtigt werden müssen: So z. B. natürliche bzw. unnatürliche Beendigung der Saugzeit (letzteres bei Abpinseln der Blattläuse), Dauer der Fastenzeit vor dem Saugen an der Infektionsquelle, Zahl und Dauer der Probeeinstiche auf der zu infizierenden Pflanze u. a.

Als Infektionsquelle wurde für die Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus *Sinapis alba* verwendet, für das Gurkenmosaikvirus *Nicotiana glutinosa* bzw. Gurken und für die Mauche *Nicotiana tabacum* var. Samsun.

Zur Übertragung wurden nur solche Blattläuse von der Infektionsquelle abgenommen, die auf Grund ihrer Haltung vermuten ließen, daß sie an der Infektionsquelle saugten.

Übertragungsversuche mit der Mauche wurden nur mit den beiden Blattlausarten *Myzodes persicae* und *Brevicoryne brassicae* durchgeführt, und zwar auf die Pflanzen der Unkrautflora, welche sich für das Virus am empfänglichsten erwiesen: *Capsella bursa-pastoris* und *Stellaria media*. Auf *Capsella bursa-pastoris* wurden sowohl bei *Myzodes persicae* als auch mit *Brevicoryne brassicae* 20 kurzfristige (5 Min. Saugzeit auf der Infektionsquelle) und 20 langfristige (12 Stunden Saugzeit auf der Infektionsquelle) Übertragungen durchgeführt. Die Blattläuse wurden dann je 12 Stunden auf der zu infizierenden Pflanze belassen und anschließend abgetötet.

Mit *Stellaria media* wurde in der gleichen Weise verfahren, jedoch wurden die Übertragungen nur mit *Myzodes persicae* durchgeführt. Sämtliche Übertragungen mit der Mauche verliefen negativ.

Mit der Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus sowie mit dem Gurkenmosaik wurden Übertragungen mit den Blattlausarten durchgeführt, die häufig auf den potentiellen Viruswirten im Freiland gefunden wurden.

Ergebnisse der Übertragungsversuche*) mit der

Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus

Wirtspflanzen	Blattläuse**)			
Caryophyllaceae				
Melandrium album		B.l. 0/14		
Compositae				
Anthemis arvensis	M.p. 0/15	B.h. 0/8		
Senecio vulgaris	M.p. 0/15	B.h. 0/10		
Cruciferae				
Alliaria officinalis	M.p. 8/22	L.e. 8/12		
Berteroa incana	M.p. 0/10	L.e. 0/16		
Capsella bursa-pastoris	M.p. 12/20	L.e. 8/10		
Cardaminopsis arenosa		L.e. 1/13		
Erysimum cheiranthoides	M.p. 0/12	L.e. 1/10		
Sinapis arvensis	M.p. 67/84	L.e. 23/23	L.f. 21/25	B.b. 72/81
Sisymbrium loeselii	M.p. 15/20	L.e. 8/12	L.f. 17/19	B.b. 5/10
Labiatae				
Lamium amplexicaule		C.r. 0/10		
Papaveraceae				
Chelidonium majus	M.p. 0/25	A.ch. 0/14		

Ergebnisse der Übertragungsversuche mit dem

Gurkenmosaikvirus

Caryophyllaceae				
Melandrium album	M.p. 1/8	B.l. 1/18		
Compositae				
Arctium lappa	M.p. 0/10	M.a. 0/10		
Artemisia absinthium	M.p. 0/10	D.f. 0/10		
Lactuca serriola	M.p. 18/35	D.f. 0/10	H.l. 7/13	A.s. 0/8
Compositae				
Capsella bursa-pastoris				
Papaveraceae				
Chelidonium majus		A.ch. 0/16		
Solanaceae				
Solanum nigrum	M.p. 3/9	D.f. 1/13		
Urticaceae				
Urtica urens	M.p. 0/18	D.f. 0/8		

*) Positive Übertragungen / Gesamtzahl der Übertragungen.

**) Abkürzungen: *Aulacorthum chelidonii* (A.ch.), *Aulacorthum scariolae* (A.s.), *Brachycaudus helichrysi* (B.h.), *Brachycaudus lychnidis* (B.l.), *Brevicoryne brassicae* (B.b.), *Cryptomyzus ribis* (C.r.), *Doralis fabae* (D.f.), *Hyperomyzus lactucae* (H.l.), *Lipaphis erysimi* (L.e.), *Lipaphis fritzmülleri* (L.f.), *Macrosiphoniella artemisiae* (M.a.), *Myzodes persicae* (M.p.).

Nach diesen Übertragungsversuchen wird die Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus am besten übertragen durch die Kruziferenblattläuse *Lipaphis erysimi, Lipaphis fritzmülleri* und *Brevicoryne brassicae* sowie von *Myzodes persicae.*

Besonders gut gelangen die Übertragungen auf die Wirte *Alliaria officinalis, Capsella bursa-pastoris, Sinapis arvensis* und *Sisymbrium loeselii.*

Trotz des schlechten Infektionserfolges bei den experimentellen Übertragungen muß auch *Cardaminopsis arenosa* — wie die zahlreichen Freilandfunde von infizierten Pflanzen zeigten — unter bestimmten Bedingungen gut durch Blattläuse (*Lipaphis erysimi*) infizierbar sein.

Das Gurkenmosaik wurde am besten übertragen durch

Myzodes persicae und *Hyperomyzus lactucae* auf *Lactuca serriola,*
Myzodes persicae auf *Solanum nigrum,*
Myzodes persicae und *Lipaphis erysimi* auf *Capsella bursa-pastoris,*
Myzodes persicae und *Lipaphis erysimi* auf *Solanum nigrum.*

D. Diskussion der epidemiologischen Verhältnisse am Ruderalstandort Lützowufer

Versucht man, diese experimentellen Befunde in Form einer graphischen Darstellung zusammenzufassen, so ergeben sich im Ruderalbestand Lützowufer für die VWKV die in Abbildung 9 dargestellten epidemiologischen Zu-

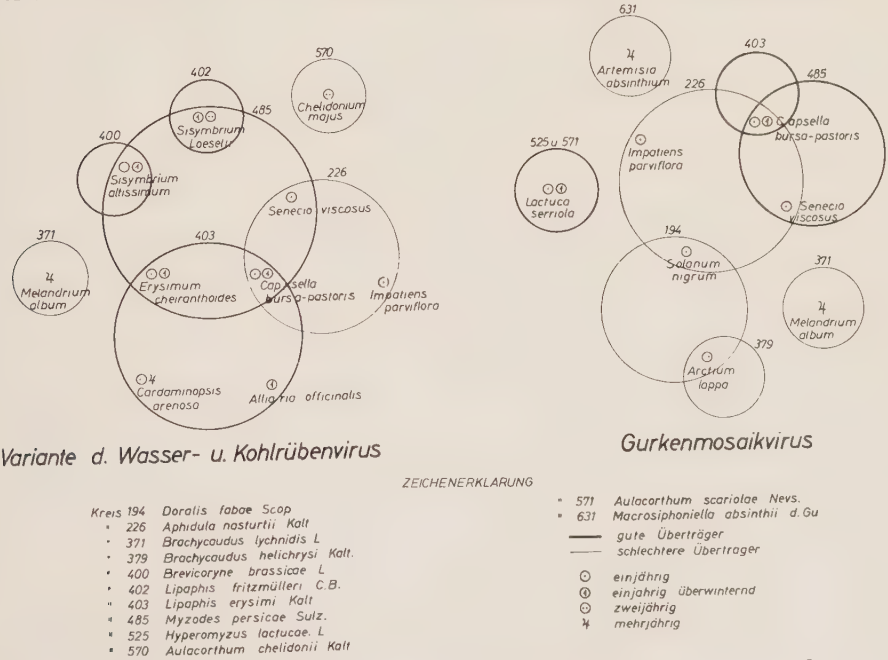


Abb. 9. Vermutliche epidemiologische Zusammenhänge zwischen Viruswirtspflanze und Blattlausüberträger für eine Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus und für das Gurkenmosaikvirus im Ruderalbestand Lützowufer in den Jahren 1956 und 1957

sammenhänge. In dem Schema sind nur die dort vorkommenden potentiellen Viruswirte aufgenommen, nicht aber Pflanzenarten, die nur Blattlauswirte sind — obwohl solche Blattlauswirte für die Vermehrung potentieller Virusträger epidemiologisch von Bedeutung sein können.

In der Darstellung ist jede Pflanzenart durch die Signatur ihres Entwicklungsrhythmus symbolisiert (einjährig, einjährig überwinternd, zweijährig, mehrjährig). Man ersieht aus den Signaturen, ob eine Pflanze als Überwinterungswirt für das Virus dienen kann oder nicht. Die in sich geschlossenen Kreise stellen je eine Blattlausart dar[1]), und zwar schließt der Kreis jeder Blattlausart die Pflanzen (unter den potentiellen Viruswirten) ein, auf denen die Blattlausart in beiden Beobachtungsjahren vorgefunden wurde.

Aus der Darstellung ist folgendes zu entnehmen: Eine Überwinterung der Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus wird in erster Linie auf *Alliaria officinalis, Cardaminopsis arenosa* und *Sisymbrium loeselii* stattfinden, da diese Wirte zwei- bzw. mehrjährig sind und gute Virusüberträger auf ihnen auftreten. *Melandrium album* dürfte, da diese Art nur von einer monophagen Blattlaus besiedelt wird, die zudem kein guter Überträger ist, keine große Rolle als Winterwirt spielen. *Chelidonium majus* schließlich ist völlig ungeeignet als Winterwirt, da sowohl mit der auf dieser Art lebenden monophagen Blattlausart keine Übertragung zustande kam als auch die mechanische Übertragung des Virus durch Preßsaftabreibung nur schlecht gelang.

Gelegentlich können *Capsella bursa-pastoris, Erysimum cheiranthoides* und *Sisymbrium altissimum* als Winterwirte dienen, und zwar dann, wenn sie im Vorjahr zu einer Zeit aufgelaufen sind, zu der noch geflügelte Blattläuse auftraten. Laufen solche einjährig überwinternden Pflanzenarten erst spät im Herbst auf, so kann eine Viursübertragung nur noch durch die Gynoparen und Männchen stattfinden. Die Zahl der durch diese Stadien infizierten Pflanzen wird jedoch, besonders bei schwachem Herbstflug, nicht groß sein. Die Vertreter der ersten Gruppe (zweijährige und mehrjährige Pflanzenarten) werden daher als Überwinterungswirte von größerer Bedeutung sein, als die Pflanzenarten der zweiten Gruppe (einjährig überwinternde Pflanzenarten). Die einjährigen Arten kommen nur als Vermehrungswirte im Sommer in Frage.

Über die epidemiologischen Verhältnisse für das Gurkenmosaik im gleichen Bestand ist folgendes zu sagen:

Als Winterwirt kommt für dieses Virus wohl nur *Melandrium album* in Frage. *Arctium lappa, Chelidonium majus* und *Artemisia absinthium* dürften als schlechte Viruswirte für die Überwinterung kaum eine Rolle spielen, zumal eine Blattlausübertragung auf letztgenannte Wirtspflanzen nicht gelang. Für das GM ist es daher fast unmöglich, in dem untersuchten Ruderalbestand endemisch zu werden. Das Virus muß jeden Sommer erneut in den Bestand hineingetragen werden, während die VWKV dort „autark" ist.

Diese auf Grund experimenteller Untersuchungen angestellten Überlegungen wurden doppelt bestätigt. Einmal durch die Ergebnisse von

[1]) Die Zahlen, mit denen jede Blattlausart gekennzeichnet ist, entsprechen den Zahlen, die für sie in BÖRNER 1952 angegeben sind.

zahlreichen Freilandabreibungen an diesem Standort und zum anderen durch die später zu diskutierenden Isolierungen von attraktivflächenunterlagerten Fangpflanzen, die an diesem Standort ausgebracht wurden. Während die VWKV im Freiland in beiden Jahren in größerer Anzahl von *Cardaminopsis arenosa*, *Sisymbrium loeselii* und *Alliaria officinalis* durch Abreibung isoliert wurde, wurde das GM nur in einzelnen Fällen von *Artemisia absinthium*, *Melandrium album* und *Impatiens parviflora* isoliert, und während in beiden Jahren die VWKV auf den ausgebrachten Fangpflanzen relativ stark auftrat, ließ sich von diesen das GM nicht ein einziges Mal isolieren, obwohl im Jahre 1956 am Standort BBA zur Hauptflugzeit der Blattläuse bei einer Expositionszeit von 2 Wochen eine fast 100%ige Infektion mit GM zustande kam (siehe Abschnitt II E).

In diesem Zusammenhang darf die Bedeutung der Gelegenheitsüberträger nicht übergangen werden. Verschiedene Untersuchungen machen wahrscheinlich, daß die Blattläuse erst nach Probeeinstichen feststellen können, ob eine Pflanze Wirtspflanze ist oder nicht. Es ist also festzuhalten, daß eine Erkennung der Wirtspflanze auf große Entfernung nicht stattfinden kann (Broadbent 1948, Kennedy, Ibbotson and Booth 1950, Müller und Unger 1951, Moericke 1953). Diese Probeeinstiche eröffnen die Möglichkeit, daß eine Blattlaus auch außerhalb ihres Wirtspflanzenkreises Übertragungen kurzfristig übertragbarer Viren durchführt. Die Gelegenheitsübertragung gewinnt besondere Bedeutung bei einer Übertragung eines Virus auf einen Viruswirt, auf dem nur eine oder mehrere monophage Blattlausarten vorkommen.

Im Gegensatz zu dem untersuchten Ruderalstandort war der Pflanzenbestand im Versuchsgelände der BBA viel zu heterogen, um eine Untersuchung der epidemiologischen Verhältnisse der Unkrautflora zu ermöglichen. Vor allem stellen die zahlreichen, stark durchseuchten Zierpflanzen (Uschdraweit und Valentin 1956 a, b und 1957) ein stetiges Virusreservoir dar, so daß die Verhältnisse völlig unübersichtlich werden.

E. Der Grad der Virusverseuchung in den untersuchten Pflanzenbeständen

In Abschnitt II A wurden die Viren aufgezählt, die im Freiland aus den untersuchten Beständen isoliert wurden. Eine Erkrankung mit diesen Viren wurde teilweise direkt an Hand der Symptome an den Pflanzen festgestellt, teilweise durch Abreibung von symptomlosen Freilandpflanzen auf ein Testpflanzensortiment ermittelt. Auch im ersten Fall waren Abreibungen auf Testpflanzen zur Sicherung der Identität des Virus notwendig. Durch eine solche Methode kann — wenn sie regelmäßig und quantitativ durchgeführt wird — nicht nur festgestellt werden, welche Viren in einem Pflanzenbestand anzutreffen sind, sondern auch zu welchem Zeitpunkt und in welchem Umfange ein Virus im Pflanzenbestand auftritt, mit anderen Worten: es kann der Viruspegel zu den verschiedenen Zeiten des Jahres ermittelt werden.

Es soll an dieser Stelle nicht auf die zahlreichen, diesem Ziel dienenden Untersuchungen an Kulturpflanzen eingegangen werden, sondern nur die Arbeit von McClement und Richards (1956) angeführt werden. Diese Autoren untersuchten die Virusverseuchung

von Wildpflanzenbeständen. Sie entnahmen an markierten Orten verschiedener Biotope in regelmäßigen Abständen Pflanzenproben, die dann auf ein Testpflanzensortiment abgerieben wurden. Es ergab sich dabei u. a. folgendes: Der Grad der Virusinfektion variierte innerhalb eines Sommers und von einem Sommer zum anderen, war aber immer erstaunlich hoch. Die Virusinfektion stand im Verhältnis zur Wachstumsrate. Jede Gruppe von Pflanzen mit ähnlicher Phänologie (Frühjahrsblüher, Frühsommerblüher, Spätsommerblüher) hatten ein eigenes Maximum der Infektion. Die Autoren wiesen darauf hin, daß bei solchen Untersuchungen zwei Dinge gemessen werden: Die Verbreitungsrate der Infektion und die Konzentration des Infektionsmaterials innerhalb der Pflanzen. Hierbei wird schon auf eine Fehlerquelle der Methode hingewiesen: Es ist nicht gesagt, daß die in den getesteten Pflanzen vorhandene Viruskonzentration, die bei Abreibung auf Testpflanzen noch Infektionen hervorruft, auch noch ausreichend ist für die Virusaufnahme durch geflügelte Blattläuse. Weiterhin werden die nur durch Insekten übertragbaren Viren nicht erfaßt. Bei der Auswahl der Pflanzenproben besteht stets die Gefahr der Subjektivität, denn da solche Untersuchungen nur an Hand von Stichproben durchgeführt werden, ist es von Bedeutung, nach welchen Kriterien diese Stichproben ausgewählt wurden. Die zur Zeit der Untersuchung infiziert vorgefundenen Pflanzen wurden weiterhin zu einem Zeitpunkt infiziert, der je nach Witterung mindestens einige Tage, meist eine Woche und mehr zurückliegt. Dies muß bei der Beurteilung des Infektionsverlaufes berücksichtigt werden. Schließlich setzen sich die Virusinfektionen, die zum Zeitpunkt der Untersuchung festgestellt wurden, aus solchen zusammen, die seit Beginn des Blattlausfluges zustande kamen.

Zur Vermeidung einiger Nachteile dieser Abreibungsmethode ist anzustreben, die Virusverseuchung der geflügelten Blattläuse direkt zu ermitteln.

DAVIES und WHITEHEAD (1935) stellten die Virusverseuchung der Geflügelten fest, indem sie diese nach dem Landen von Kartoffeln absammelten und sie in Gruppen zu je 20 auf gesunde, halbierte, gekeimte Kartoffelknollen setzten (die andere Hälfte diente als Kontrolle) und anschließend beobachteten, ob diese Keimlinge erkrankten. Sie stellten bei insgesamt 1178 Geflügelten vier Infektionen fest. Allerdings dürften diese Zahlen zu niedrig liegen, da Kartoffeln ungeeignete Testpflanzen sind.

Bei Untersuchungen solcher Art müssen die Geflügelten auf die betreffenden, zur Testung geeigneten Pflanzen übergesetzt werden, und zwar möglichst schnell nach dem Fang, denn bei kurzfristig übertragbaren Viren ist jede Minute für die Erhaltung der Infektiosität und damit für den Infektionserfolg von Bedeutung.

BROADBENT, CHAUDHURI und KAPICA (1950) wenden eine andere Methode an:

Sie setzten gesunde, getopfte Kartoffelpflanzen in der Nähe von Kartoffelfeldern für eine bestimmte Zeit dem Blattlauszuflug aus und ersetzten diese Pflanzen dann durch gesunde Pflanzen, die wiederum für eine gewisse Zeit dem Blattlausflug exponiert wurden. Sie stellten so indirekt die relative Virusverseuchung der geflügelten Blattläuse während bestimmter Zeitabschnitte (Expositionszeit einer Kartoffelgruppe) fest.

Diese Methode kann allerdings keine Auskunft darüber geben, durch welche Blattlausart die Infektion erfolgt ist. Man erfährt ferner nicht, welcher Prozentsatz der Blattläuse virusverseucht war.

Trotz dieser Mängel erschien diese Methode als Arbeitsgrundlage für die eigene Untersuchung der Virusverseuchung geflügelter Blattläuse in den heterogenen Unkraut- und Ruderalbeständen am geeignetsten. Allerdings mußte sie modifiziert werden, bevor sie für den eigenen Gebrauch anwendbar war. Es war vor allem anzustreben, die Zahl der auf den Fangpflanzen

landenden Blattläuse zu erhöhen, um in den (im Vergleich zum Kartoffelfeld) virusarmen ruderalen Standorten eine erhöhte Infektionsrate zu bekommen. Als Arbeitsgrundlage zur Entwicklung einer solchen Methode wurden folgende Befunde früherer Autoren herangezogen:

1. Fliegende Blattläuse in Befallsstimmung werden durch gelbe Farbe angelockt.
2. Die Entscheidung, ob eine Pflanze als Wirt geeignet ist oder nicht, ist der geflügelten Blattlaus erst möglich, nachdem sie einige Probestiche an einer Pflanze gemacht hat. Diese Probeeinstiche genügen, um eine Infektion dieser Pflanze mit einem kurzfristig übertragbaren Virus hervorzurufen.

Ein stärkerer Beflug bestimmter Fangpflanzen wurde dadurch zu erreichen versucht, daß diese Pflanzen mit gelb angestrichenen Hartfaserplatten unterlagert wurden (Abb. 2). Ist die Annahme 2 zutreffend, so brauchen die Virusfangpflanzen nur im Hinblick auf die zu isolierenden Viren ausgewählt zu werden (sofern man, wie bei der vorliegenden Untersuchung, nur auf kurzfristig übertragbare Viren Wert legt).

Es war nun nachzuweisen, daß die Fangpflanzen tatsächlich von allen in der Luft befindlichen Blattläusen in gleicher Weise beflogen werden und daß durch die Unterlagerung der Pflanzen mit Gelbflächen tatsächlich ein Mehrbeflug der Fangpflanzen erreicht wird.

Zu diesem Zweck wurden, wie in Abschnitt I B 4 erläutert, sowohl Fangpflanzengruppen (Tabak), die mit Attraktivflächen unterlagert waren, als auch Fangpflanzen ohne Unterlagerung (Kontrollen) mit Raupenleim bestrichen. Es wäre natürlich besser gewesen, wenn diese Fragen durch gleichzeitige Direktbeobachtung des Blattlausbefluges einer Fangpflanzengruppe mit und einer solchen ohne Gelbflächenunterlagerung hätten geklärt werden können. Das ließ sich aber aus arbeitstechnischen Gründen nicht durchführen.

Zusammenfassend ergaben sich für diesen Versuch folgende Zahlen:

Kontrollpflanzengruppe 518 Geflügelte,
Attraktivflächengruppe 731 Geflügelte,

das entspricht also einem Verhältnis von 100 : 141.

Auf Pflanzen, die mit Attraktivflächen unterlagert sind, landen etwa 40 % mehr Blattläuse als auf solchen ohne Unterlagerung mit Attraktivflächen[1]).

Die qualitative Untersuchung (Bestimmung der an den Klebepflanzen gefangenen Geflügelten) brachte interessante Ergebnisse.

1) Bei einem Beflug der Kontrollgruppe von 100 Geflügelten wurden — wie Vorversuche zeigten — die AF-Pflanzen primär von etwa 85 Geflügelten, die AF-Flächen primär von etwa 110 Geflügelten beflogen. Von den letzteren liefen etwa 55 über, der Rest flog wieder ab. Dies zeigt, daß eine Pflanzenart (wie der Tabak), deren Basalblätter auf der AF-Fläche aufliegen, besonders gut als Fangpflanzen geeignet sind.

Aus Abbildung 10, welche die relative Artenzusammensetzung der Geflügelten zeigt, geht folgendes hervor:

Die Blattläuse, die primär auf den Pflanzen (mit oder ohne Attraktivflächenunterlagerung) landeten, zeigten dieselbe Artenzusammensetzung wie die gleichzeitig durchgeführter Gelbschalenfänge.

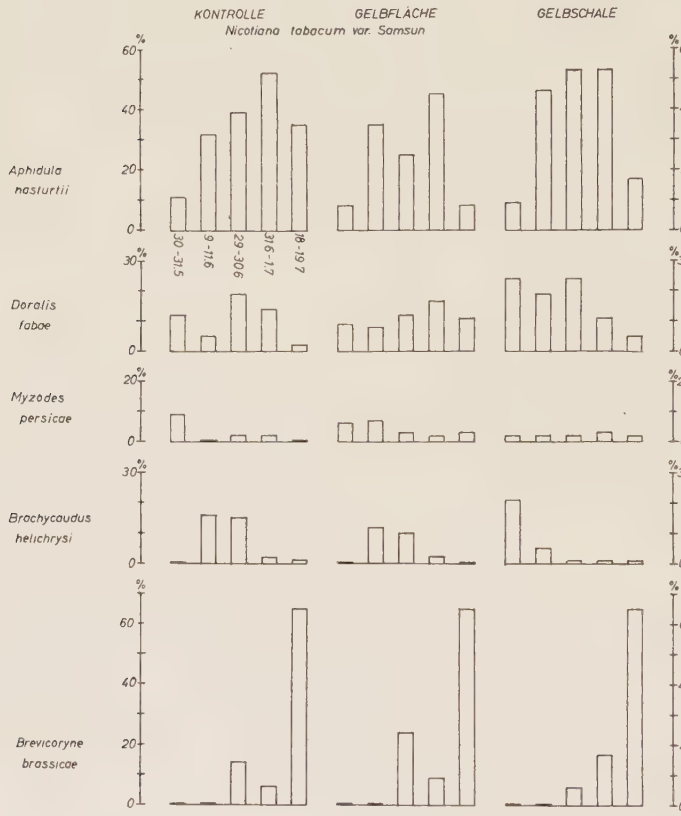


Abb. 10. Prozentualer Anteil von 5 Blattlausarten an Absammlungen von leimbestrichenen Tabakpflanzen mit Attraktivflächenunterlagerung (erste Säulengruppe), leimbestrichenen Tabakpflanzen ohne Attraktivflächenunterlagerung (zweite Säulengruppe) und an Gelbschalenfängen (dritte Säulengruppe). Die Absammlungen bzw. die Gelbschalenfänge wurden zu den fünf Zeiten durchgeführt, die unter den Säulen der ersten Gruppe, erste Reihe, angegeben sind.

Es werden somit die Annahmen, die als Arbeitshypothese aufgestellt worden waren, bestätigt.

Vergleicht man die Artenzusammensetzung der obenerwähnten Blattlausabsammlung mit einer solchen von Pflanzen, die nicht mit Leim bestrichen wurden (Abb. 11), so stellt man fest, daß in letzterem Falle jede Blattlausart auf ihrer jeweiligen Wirtspflanze am stärksten vertreten ist. Dies war zu erwarten, denn die Blattläuse hatten in diesem Falle die Möglichkeit, von einer Pflanze wieder abzufliegen, wenn diese ihr als Wirtspflanze nicht zusagte. Besonders deutlich ist dies bei *Brevicoryne brassicae* auf *Matthiola incana* und *Macrosiphon solanifolii* auf Tabak zu erkennen. Ihr relativer Anteil an den Geflügelten ist auf diesen Pflanzen wesentlich höher als auf den Pflanzen einer anderen Art und ebenso höher als der Anteil an den Gelb-

schalenfängen, die zur gleichen Zeit durchgeführt wurden. *Myzodes persicae* als polyphage Art tritt sowohl auf Tabak als auch auf *Matthiola incana* stark auf, während *Aphidula nasturtii* von den nahestehenden Kartoffeln in so großen Mengen auf die Fangpflanzen fliegen, daß die Bevorzugung von Tabak gegenüber *Matthiola incana* nur undeutlich ausgeprägt war.

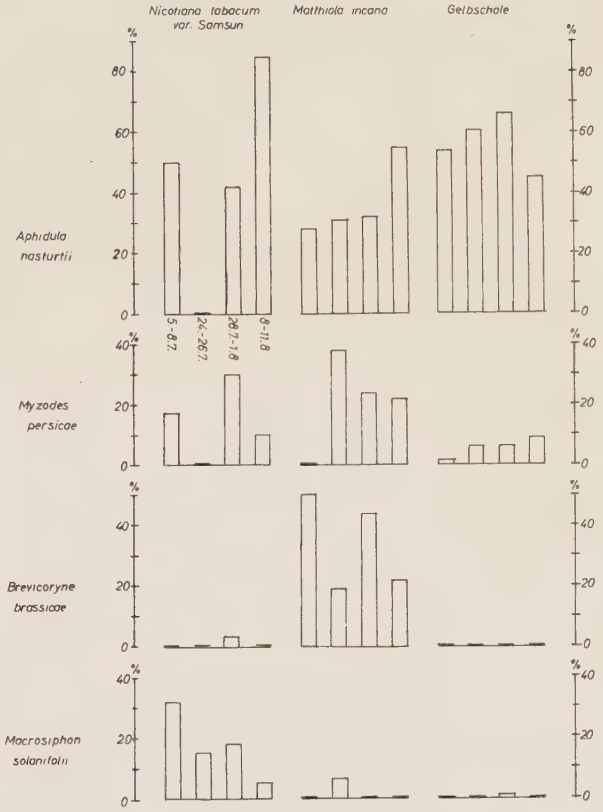


Abb. 11. Prozentualer Anteil von 4 Blattlausarten an Absammlungen von *Nicotiana tabacum* var. Samsun-Pflanzen (erste Säulengruppe) und *Matthiola incana* (zweite Säulengruppe) ohne Leimanstrich mit Attraktivflächenunterlagerung und an Gelbschalenfängen (dritte Säulengruppe). Die Absammlungen bzw. die Gelbschalenfänge wurden zu den vier Zeiten durchgeführt, die unter den Säulen der ersten Gruppe, erste Reihe, angegeben sind

Die gleichartige Artenzusammensetzung der Gelbschalenfänge und der Blattläuse, die auf Attraktivflächen landen, läßt vermuten, daß zwischen beiden konstante Zahlenverhältnisse und artenmäßige Beziehungen bestehen. Stellt man dieses Verhältnis zwischen Gelbschalen und Attraktivflächenpflanzen gleichen Blattlausbefluges fest, so erscheint es möglich, an Hand der Gelbschalenfänge die ungefähre zahlen- und artenmäßige Zusammensetzung des Befluges der Attraktivflächenpflanzen zu ermitteln.

Hier sei zunächst späteren Ausführungen vorgegriffen. Während zweier Jahre wurden Attraktivflächengruppen an verschiedenen Standorten ausgebracht. Alle zwei Wochen wurden diese Pflanzen durch neue ersetzt und auf ihre Virusverseuchung getestet.

An einem Standort, an dem Versuche mit Klebepflanzen durchgeführt wurden, waren nun solche Attraktivflächengruppen ausgebracht; zudem befanden sich dort Gelbschalen. Für diesen Standort ergab sich zwischen dem Anflug auf zwei Klebepflanzengruppen mit Attraktivflächenunterlagerung und drei Gelbschalen gleicher Exposition stets ein Ver-

hältnis von 45 : 100. Ist dieses Verhältnis auch für zwei nicht mit Leim bestrichenen Attraktivflächengruppen gleicher Exposition zutreffend, so läßt sich an Hand der Gelbschalenfänge und der Zahl der virusinfizierten Fangpflanzen berechnen, auf wieviel anfliegende Blattläuse eine Virusinfektion zustande kommt. Eine auf diese Weise durchgeführte Berechnung ergab z. B., daß im Jahre 1957 zur Zeit der Hauptinfektion mit dem Y-Virus am Standort BBA auf etwa 300 geflügelte Blattläuse eine virusübertragende Blattlaus kam. Bei DAVIES und WHITEHEAD (1935) kamen zur Zeit des maximalen Blattlausfluges in dem von ihnen untersuchten Kartoffelbestand auf etwa 300 geflügelte Blattläuse eine Infektion, eine Zahl also, die der eigenen Berechnung entspricht.

Ergebnisse zweijähriger Versuche mit Attraktivflächengruppen

Die Methodik der Ausbringung von Fangpflanzen, die durch Attraktivflächen unterlagert wurden, wurde schon in Abschnitt I B 4 erläutert. Da es vor allem darauf ankam, das Gurkenmosaikvirus und die Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus zu erfassen, wurden *Nicotiana tabacum* var. Samsun und *Matthiola incana* als Fangpflanzen gewählt. Da sich *Chenopodium quinoa* als geeigneter Wirt für die verschiedensten Viren gezeigt hatte, wurde auch diese Pflanze als Testpflanze mit einbezogen.

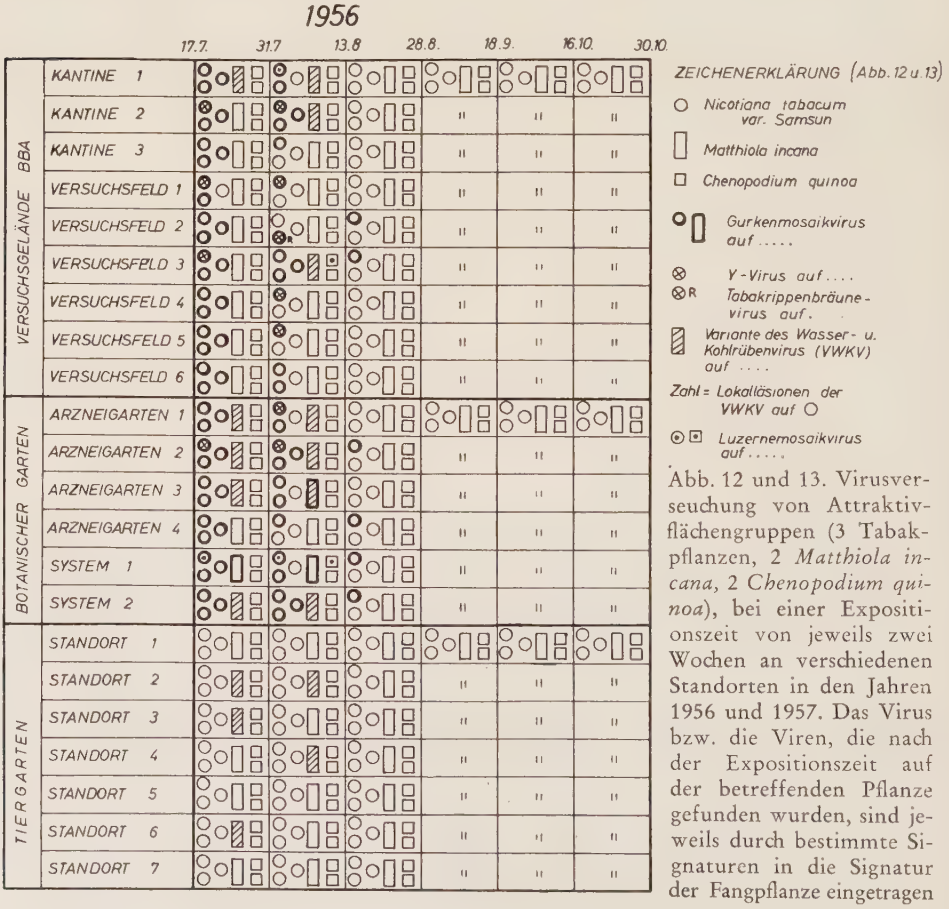
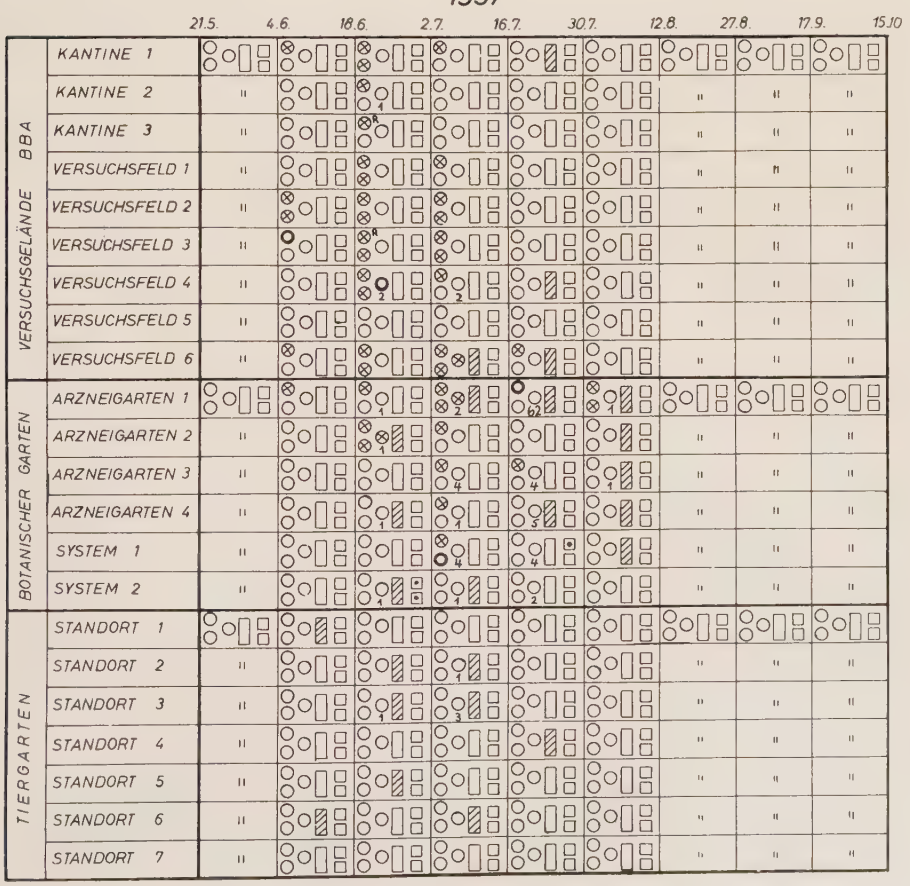


Abb. 12 und 13. Virusverseuchung von Attraktivflächengruppen (3 Tabakpflanzen, 2 *Matthiola incana*, 2 *Chenopodium quinoa*), bei einer Expositionszeit von jeweils zwei Wochen an verschiedenen Standorten in den Jahren 1956 und 1957. Das Virus bzw. die Viren, die nach der Expositionszeit auf der betreffenden Pflanze gefunden wurden, sind jeweils durch bestimmte Signaturen in die Signatur der Fangpflanze eingetragen

Der zeitliche Abstand des Auswechselns der Fangpflanzengruppen richtet sich nach der zu erwartenden Höhe der Infektion. An den untersuchten Standorten erwiesen sich Expositionszeiten von 2 Wochen als angebracht, während an Orten geringerer Infektionsstärke Expositionszeiten von 3 bis 4 Wochen vorteilhafter sein dürften. Es ist jedoch anzuraten, die Expositionszeiten während der ganzen Flugperiode gleich zu halten, damit der Infektionsgrad zu den verschiedenen Zeiten zueinander in Beziehung gesetzt werden kann.

Die Abbildungen 12 und 13 zeigen nun die Ergebnisse der Exposition von Attraktivflächenpflanzen in den Jahren 1956 und 1957. Die Signatur ist unter der Darstellung erläutert. Jede horizontale Reihe gibt die Ergebnisse einer Fangfläche wieder (zu den verschiedenen darüberstehenden Expositionszeiten).

Bei allen drei in größerem Umfange an Tabak aufgetretenen Viren (Gurkenmosaik, Y-Virus und Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus [Lokalläsion]) lassen sich Beziehungen zwischen der Höhe des Infektionsgrades und der Stärke des Blattlausfluges herstellen.



In Abbildung 14 sind diese Beziehungen für das Gurkenmosaik und das Y-Virus graphisch dargestellt. Aus der Darstellung geht eindeutig die Abhängigkeit der Infektion von dem durch Gelbschalenfänge ermittelten Blattlausflug hervor[1]). Die Infektionen setzten, wie erwartet, erst einige Zeit nach Beginn des Blattlausfluges ein. Die Hauptinfektion findet offenbar beim Y-Virus erst dann statt, wenn der Blattlausflug schon wieder im Abnehmen begriffen ist. Ob diese Erscheinung allgemeiner Art ist, kann an Hand dieser Beobachtungen nicht entschieden werden. Es ist wahrscheinlich, daß zu dieser Zeit das günstige Verhältnis zwischen der Zahl der Infektionsquellen und der Zahl der Geflügelten eine optimale Virusinfektion ermöglicht. Die Zeit der optimalen Infektion ergibt sich wohl aus der Resultierenden der Kurve des Blattlausfluges und der Kurve des Verseuchungsgrades der

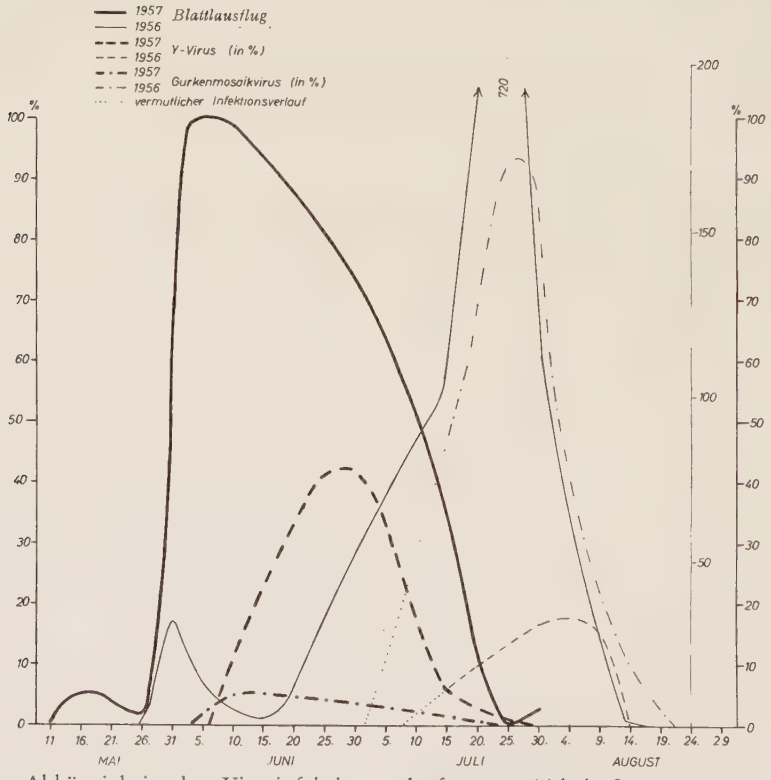


Abb. 14. Abhängigkeit des Virusinfektionsverlaufes von Tabakpflanzen mit Attraktivflächenunterlagerung durch Gurkenmosaik und durch das Y-Virus in den Jahren 1956 und 1957 vom Blattlausflug (an den Standorten Biologische Bundesanstalt und Botanischer Garten). 1956 wurden die Pflanzen erst nach Beginn des Blattlausfluges der Virusinfektion ausgesetzt (punktierter Kurventeil)

[1]) Die Kurven des Infektionsverlaufes sind aus einer Darstellung umgezeichnet, in der der prozentuale Anteil infizierter Fangpflanzen während einer zweiwöchigen Expositionszeit jeweils als Höhe bzw. als Breite einer Säule dargestellt wurde. Die Kurven geben daher den Infektionsverlauf und nicht den Zeitpunkt des Erscheinens von Virussymptomen auf den Fangpflanzen wieder.

Wirtspflanzen. Daß die Zahl der Infektionsquellen am Ende des Blattlausfluges sehr hoch sein muß und daß damit eine große Zahl von Blattläusen Gelegenheit zur Virusaufnahme hat, ersieht man daraus, daß in der Periode vom 14. bis 31. August 1956 noch 6 Infektionen mit Gurkenmosaik zustande kamen, obwohl zu dieser Zeit nur noch sehr wenige Blattläuse flogen.

Bei dieser Betrachtung wurde der Blattlausflug stets als Ganzes — ohne Berücksichtigung einzelner Arten — dargestellt, denn es ist z. B. nicht festzustellen, welche Blattlausart als Hauptüberträger für das GM in Frage kommt. Dagegen kann für das Y-Virus angenommen werden, daß in erster Linie *Myzodes persicae* und *Aphidula nasturtii* für die Infektion verantwortlich zu machen sind. Es ist dabei wahrscheinlich, daß *Aphidula nasturtii* im Verhältnis zu ihrem relativ hohen Anteil am Blattlausflug sehr viel weniger Infektionen zustande gebracht hat als *Myzodes persicae*. (Der Anteil von *Myzodes persicae* am Gesamtflug betrug in beiden Jahren maximal 10 % gegenüber einem Maximum von 80 % bei *Aphidula nasturtii*.)

Sehr übersichtlich liegen dagegen die Verhältnisse bei einem Vergleich des Infektionszeitpunktes von *Matthiola incana* durch die VWKV sowie des Auftretens der Lokalläsionen auf Tabak mit dem Flug des Hauptüberträgers *Brevicoryne brassicae*.

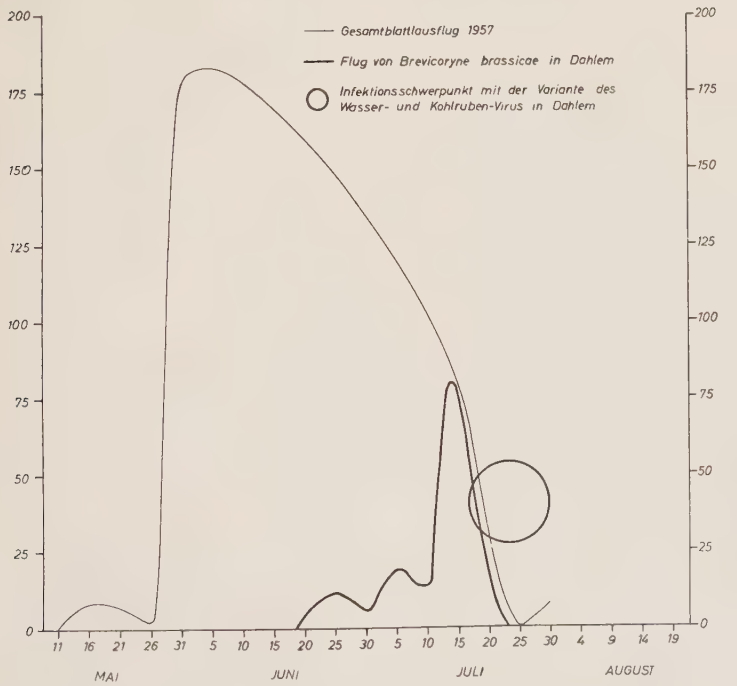


Abb. 15. Übereinstimmung des spätliegenden Infektionsmaximums der Attraktivflächenpflanzen mit der Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus (BBA und Bot. Garten) und dem späten Flug von *Brevicoryne brassicae* im Sommer 1957

Diese Infektionen liegen 1957 ebenso wie der Flug des Hauptüberträgers am Standort BBA — *Brevicoryne brassicae* — auffallend spät (Abb. 15).

Ein anderes Bild ergibt sich beim Infektionsverlauf im Trümmergebiet Lützowufer. An diesem Standort tritt *Brevicoryne brassicae* kaum auf. Dort

dürften *Lipaphis erysimi* und *Lipaphis fritzmülleri* für die Hauptinfektion der Fangpflanzen mit der VWKV verantwortlich zu machen sein. Leider waren die Gelbschalenfänge an diesem Standort zu lückenhaft (Fanggeräte von Jugendlichen entfernt), um eine Kurve des Flugverlaufes dieser Art wiederzugeben, aber die noch verfügbaren Fänge und Direktbeobachtungen machen diese Erklärung sehr wahrscheinlich. Das Maximum des Fluges dieser Blattlausart liegt früher als bei *Brevicoryne brassicae;* dies erklärt auch das frühere Infektionsoptimum der VWKV an diesem Standort (siehe auch Abb. 13). Der Infektionsschwerpunkt 1956 (Abb. 12) ist wegen dem verspäteten Beginn der Exposition der Attraktivflächenpflanzen nicht festzustellen.

Besprechung der Ergebnisse bei den einzelnen Viren

Y-Virus und Tabakrippenbräune-Virus

In beiden Jahren wurden sozusagen unbeabsichtigt (da in erster Linie die Viren der Unkraut- und Ruderalflora interessierten) in größerem Umfange von den Fangpflanzen das Y-Virus und seine Variante, das Tabakrippenbräune-Virus isoliert.

Infektionsquellen waren Kartoffelfelder in der Nähe der Attraktivflächengruppen. An den Standorten, an denen keine Kartoffeln vorhanden (Trümmerstandort Tiergarten) oder nur spärlich angebaut waren (Botanischer Garten), waren keine bzw. nur wenige Infektionen zu verzeichnen (Abb. 12 und 13). Aus einigen Fangpflanzen ließ sich eindeutig die Tabakrippenbräune isolieren. Es ruft an *Nicotiana tabacum* var. Samsun wesentlich stärkere Symptome als das Y-Virus hervor. Eine umfassende Beschreibung dieses Virus und ihres Wirtspflanzenkreises haben KLINKOWSKI und SCHMELZER 1957 veröffentlicht.

Die Infektionen mit dem Rippenbräunevirus machen etwa 10 % der Infektionen mit dem Y-Virus aus.

Es ist also mit dieser Methode möglich, das Verhältnis des Auftretens nahverwandter Viren festzustellen, eine Möglichkeit, die um so mehr an Interesse gewinnt, als die Tabakrippenbräune sich seit ihrem ersten Auftreten außerordentlich rasch auszubreiten scheint (SCHMID 1956, ENDEMANN und BERGER 1957, SCHMELZER und KLINKOWSKI 1958).

Gurkenmosaik (GM)

Beim Vergleich des Auftretens des GM in beiden Jahren an den Standorten BBA und Botanischer Garten tritt eine interessante Differenz in der Infektionsrate zutage (Abb. 14). Während die Infektionen mit diesem Virus 1957 minimal waren (während der zweiwöchigen Infektionszeit wurden maximal 3 bis 5 % der Pflanzen infiziert), kam es 1956 zu einer außerordentlich hohen Infektionsrate der Tabakpflanzen. Innerhalb von 2 Wochen wurden während der Hauptbefallszeit bis zu 95 % der Pflanzen infiziert, wobei der Infektionsgrad infolge Überinfektion noch weit höher liegen dürfte. Diese Unterschiede in der Virusverseuchung traten auf, obwohl in beiden Jahren

die prozentuale Artenzusammensetzung der geflügelten Blattläuse ähnlich und auch die Stärke des Fluges in beiden Jahren nicht wesentlich verschieden war. Allerdings lagen die Hauptflugzeiten in anderen Zeitabschnitten. Kaum anzunehmen ist, daß der starke Rückgang der Infektionsrate im folgenden Jahre durch eine wesentliche Verminderung der mehrjährigen, durch GM infizierten Pflanzen verursacht wurde. Es müssen also andere Gründe für die starken Unterschiede in der Infektionsrate gesucht werden. Am wahrscheinlichsten ist wohl die Erklärung, daß wegen der unterschiedlichen Witterung eine verschiedene Infektionsbereitschaft seitens der Pflanzen vorlag.

Über diese Beziehungen zwischen Wirt und Virus kann mit Uschdraweit (in Klinkowski 1958) gesagt werden:

„Unsere Kenntnisse von dem Verhältnis zwischen Virus und Wirt sind noch sehr lückenhaft. Vielfach sind die physiologischen Vorgänge der normalen Pflanze noch so wenig bekannt, daß wir nicht einmal einen Einblick ins Geschehen der gesunden Pflanzen unter sich ändernden Umständen haben."

Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus (VWKV)

Ursprünglich wurde *Matthiola incana* als Fangpflanze für die VWKV im Freiland ausgesetzt. Es zeigte sich aber, daß die Lokalläsionen, die durch Saugen infizierter Blattläuse an *Nicotiana tabacum* var. Samsun hervorgerufen wurden, zur Testung der Infektionsrate noch besser geeignet waren (Abb. 16). Die Möglichkeit einer quantitativen Erfassung des Virus auf Tabak wurde erst im Jahre 1957 berücksichtigt. Die durch den Einstich infektiöser Blattläuse entstehenden Lokalläsionen auf Tabak können leicht ausgeschnitten werden und auf *Chenopodium quinoa, Sinapis alba* und Wasserrübe als Testpflanze abgerieben werden. Solche Isolierungen wurden verschiedentlich durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, daß es sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle um die Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus handelte, vereinzelt aber auch um das eigentliche Wasser- und Kohlrübenvirus, das zum Unterschied zu der Variante systemische Erkrankung auf Wasserrüben hervorruft. Klare Beziehungen zwischen Flug der Überträger und dem Auftreten des Virus ließen sich, wie schon erwähnt, im Jahre 1957 herstellen. Es bestehen ferner deutliche Beziehungen zwischen der Zahl der Lokalläsionen auf dem Tabak und dem Abstand der Fangflächenpflan-

Abb. 16. Basales Blatt von *Nicotiana tabacum* var. Samsun. Die Lokalläsionen rühren von den Einstichen virusverseuchter Blattläuse her (Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus) (Photo: BBA Schälow)

zen zur Infektionsquelle. Dies war besonders gut am Standort Botanischer Garten/Arzneigarten in der Fangperiode 16. bis 30. Juli 1957 zu erkennen (Abb. 13): Attraktivfläche „Arzneigarten 1" (62 Lokalläsionen auf 3 Tabakpflanzen) stand dicht neben einem stark infizierten Kohlfeld, die Attraktivflächen „Arzneigarten 3 und 4" (4 bzw. 5 Lokalläsionen) standen 20 bzw. 30 m davon entfernt, und Attraktivfläche „Arzneigarten 2" war durch einen Stangenbohnenbestand gegen den Zuflug der Blattläuse vom Kohlfeld abgeschirmt (keine Lokalläsion).

Luzernemosaikvirus

In beiden Jahren wurden insgesamt 8 Herkünfte (6 vom Botanischen Garten/System und 2 vom Versuchsfeld der BBA) eines zunächst unbekannten Virus auf Tabak (3 Herkünfte) und auf *Chenopodium quinoa* (5 Herkünfte) eingefangen.

Eine Durchtestung des Virus (SCHWARZ 1958) machte wahrscheinlich, daß es sich um das Luzernemosaikvirus handelte. Die Isolate glichen sich symptomatologisch bis auf geringe Schwankungen weitgehend. Es muß angenommen werden, daß sich in beiden Jahren im System des Botanischen Gartens starke Infektionsquellen befanden. Ein Virusisolat von einer Luzernepflanze, die Symptome des Luzernemosaikvirus aufwies, verhielt sich auf *Nicotiana tabacum* var. Samsun, *Chenopodium quinoa* und *Vicia faba* ähnlich wie die Virusisolate von den Fangpflanzen. Die Luzernepflanze befand sich in der Nähe der in beiden Jahren infizierten Attraktivflächen „System 1" im Botanischen Garten. Obwohl ein endgültiger Beweis der Identität der Virusisolate „System 1" und „Luzerne" auf Grund der symptomatologischen Befunde nicht erbracht ist, ist eine solche doch recht wahrscheinlich.

An diesem Beispiel zeigt sich, daß bei kurzfristig übertragbaren Viren mit Hilfe der Attraktivflächenmethode ein „Anpeilen" eines Virusherdes möglich ist. Man wird bei häufigem Auftreten eines Virus auf einer Attraktivflächengruppe dieses Virus im näheren Umkreis suchen können. Dies wird um so leichter möglich sein, wenn auch der Wirtspflanzenkreis des Virus bekannt ist.

Es muß noch darauf hingewiesen werden, welche Viren nicht von den Attraktivflächenpflanzen isoliert wurden. Es konnten, wie auch zu erwarten war, keine nur boden- oder kontaktübertragbaren Viren wie etwa die Mauche oder das X-Virus der Kartoffel eingefangen werden, obwohl beide am Standort BBA stark vertreten waren. Wenn solche stark verbreiteten Viren nicht mit der Attraktivflächenmethode eingefangen werden können, so spricht das gegen ihre (kurzfristige) Übertragbarkeit durch Insekten.

Anwendungsbereich der Attraktivflächenmethode und Möglichkeiten einer Diagnose der Virusverseuchung

Für diese Methode ergeben sich zusammenfassend folgende Anwendungsmöglichkeiten:

1. Objektiver Vergleich der Verseuchung von Pflanzenbeständen verschiedener Standorte mit blattlausübertragbaren Viren.

2. Objektiver Vergleich solcher Verseuchung am selben Standort zu verschiedenen Jahreszeiten und in verschiedenen Jahren.

3. Ermittlung der Beziehungen zwischen dem Auftreten dieser Viren und dem Flug der Blattläuse (bei gleichzeitigem Aufstellen von Gelbschalen).

Die Attraktivflächenmethode läßt natürlich Verbesserungen und Modifikationen zu, die evtl. ein besseres Fangergebnis versprechen, bzw. mit denen auch andere Viren erfaßt werden können.

Die Ergebnisse dieser Methode geben — besonders wenn sie mehrere Jahre an einem Standort durchgeführt werden — gewisse prognostische Hinweise über den Verseuchungsgrad des untersuchten Bestandes mit kurzfristig blattlausübertragbaren Viren im Folgejahr. Solche Voraussagen sind jedoch nur bei Beständen möglich, deren Bestand an virösem Material nicht durch Eingriffe des Menschen stark vermehrt oder vermindert wird. Dies ist bei allen natürlichen Pflanzenbeständen der Fall. Im Gegensatz dazu haben die Ergebnisse in Unkrautbeständen, deren Zusammensetzung meist stark durch den Einfluß des Menschen geändert wird, nur diagnostische Bedeutung.

Natürlich spielen direkte und indirekte Faktoren wie Witterung, Blattlausflug und physiologischer Zustand einer Pflanze eine wesentliche Rolle für das Zustandekommen des Infektionsgrades im Prognosejahr, so daß die prognostischen Aussagen nur beschränkten Charakter haben können.

Zusammenfassung

In den Jahren 1956 und 1957 wurde im Berliner Großstadtbereich an einigen ausgewählten Standorten (Ruderalstandort Lützowufer, Versuchsfeld der Biologischen Bundesanstalt und Botanischer Garten) Auftreten und Verbreitung von Viren sowie die Wechselbeziehungen zwischen dem Auftreten von geflügelten Blattläusen und der Virusverseuchung von Unkräutern und Ruderalpflanzen untersucht.

1. Durch mechanische Abreibung wurden in den untersuchten Ruderal- und Unkrautbeständen folgende Viren isoliert: Gurkenmosaikvirus, Wasser- und Kohlrübenvirus, Tabakringfleckenvirus und ein bisher unbekanntes, von *Stellaria media* isoliertes Virus (*Stellaria*-Bandblättrigkeit).

2. Eingehendere Untersuchungen wurden mit einer Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus, mit dem Gurkenmosaikvirus sowie mit dem Mauchevirus durchgeführt. Von 69 untersuchten Unkraut- und Ruderalpflanzen erwiesen sich als potentielle Wirte für das Gurkenmosaikvirus 31 Arten, für eine Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus 33 Arten und für die Tabakmauche 18 Pflanzenarten.

3. Bei experimentellen Übertragungen mit Blattläusen der Unkraut- und Ruderalflora konnte das Mauchevirus mit *Myzodes persicae* auf die für dieses Virus optimalen Unkrautwirte *Capsella bursa-pastoris* und *Stellaria media* nicht übertragen werden.

Das Gurkenmosaikvirus ließ sich bei den untersuchten Pflanzenarten am besten auf *Lactuca serriola* (durch *Myzodes persicae* und *Hyperomyzus lactucae*), auf *Capsella bursa-pastoris* (durch *Brevicoryne brassicae* und *Myzodes persicae*) und auf *Solanum nigrum* (durch *Myzodes persicae*) übertragen. Blattlausübertragungen mit einer Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus waren nur auf Kruziferen möglich (*Alliaria officinalis, Capsella bursa- pastoris, Sinapis arvensis* und *Sisymbrium loeselii*). Am besten gelangen die Übertragungen mit *Brevicoryne brassicae, Lipaphis erysimi, Lipaphis fritzmülleri* und *Myzodes persicae*.

4. Die wahrscheinlichen epidemiologischen Zusammenhänge im untersuchten Ruderalbestand werden graphisch dargestellt und diskutiert.

5. Eine neue Methode wird beschrieben, mit deren Hilfe man indirekt den Anteil der Virusträger unter den geflügelten Blattläusen im Ablauf des Jahres feststellen kann.

Es werden Gruppen von Fangpflanzen an verschiedenen Standorten jeweils zwei Wochen dem Beflug von Blattläusen ausgesetzt und nach dieser Zeit auf ihre Virusverseuchung abgetestet. Ein um etwa 40% erhöhter Beflug dieser Fangpflanzen wird durch Unterlagerung der Pflanzen mit gelbgestrichenen Hartfaserplatten (Attraktivflächen) erreicht. Der Nachweis dieses erhöhten Befluges wird durch Absammeln der Geflügelten von leimbestrichenen Pflanzen m i t und solchen o h n e Gelbflächenunterlagerung erbracht. Derselbe Versuch zeigt, daß primär bei allen Pflanzen die relative Artenzusammensetzung der anfliegenden Blattläuse dieselbe ist, wie bei den zur gleichen Zeit am gleichen Ort aufgestellten Gelbschalen. Es lassen sich daher an Hand der Gelbschalenfänge Rückschlüsse auf die Stärke und die Artenzusammensetzung des Befluges der Fangpflanzengruppen ziehen.

6. Attraktivflächengruppen, bestehend aus drei Tabakpflanzen, einer *Matthiola incana* und zwei *Chenopodium quinoa*-Pflanzen, wurden während der Blattlausflugzeit zweier Jahre mit Expositionszeiten von zwei Wochen an drei Standorten ausgebracht.

Von *Nicotiana tabacum* var. Samsun konnte isoliert werden: Das Y-Virus sowie seine Variante, die Tabakrippenbräune, das Gurkenmosaik, das Wasser- und Kohlrübenvirus (Lokalläsionen) sowie eine Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus (Lokalläsionen) und das Luzernemosaikvirus.

Von *Matthiola incana* konnten isoliert werden: Eine Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus und das Gurkenmosaikvirus.

Von *Chenopodium quinoa* konnte isoliert werden: Das Luzernemosaikvirus.

Zwischen dem Auftreten der Viren auf den Fangpflanzen und dem Blattlausflug ergaben sich deutliche Zusammenhänge.

Für die einzelnen Virosen ergab sich folgendes Bild:

Das Y-Virus und seine Variante, das Tabakrippenbräunevirus, traten in beiden Jahren stark auf Attraktivflächenpflanzen (Tabak) in der Nähe von Kartoffelfeldern auf. Das Verhältnis zwischen dem Auftreten des Y-Virus und dem des Tabakrippen-

bräunevirus war 10:1. Der höchste Prozentsatz von Blattläusen, die das Y-Virus übertragen, wird nach dem Höchststand des Blattlausfluges erreicht.

Mit Gurkenmosaikvirus wurden 1956 an zwei Standorten innerhalb von zwei Wochen bis zu 95% der Attraktivflächenpflanzen (Tabak) infiziert. 1957 kamen dagegen nur Einzelinfektionen zustande.

Es lassen sich deutliche Beziehungen zwischen dem Infektionsmaximum der Variante des Wasser- und Kohlrübenvirus (auf *Matthiola incana* und *Nicotiana tabacum* var. Samsun) und dem Flug des Hauptüberträgers *Brevicoryne brassicae* feststellen. Das späte Maximum der Infektion im Versuchsgelände der BBA konnte auf den späten Flug von *Brevicoryne brassicae* zurückgeführt werden.

Das Maximum der Infektion am Trümmerstandort Lützowufer stellte sich entsprechend dem früheren Flugmaximum der Hauptüberträger an diesem Standort — *Lipaphis erysimi* und *Lipaphis fritzmülleri* —früher ein.

7. Die Anwendbarkeit der Attraktivflächenmethode zu Prognosezwekken wird diskutiert.

Summary

In the years 1956 and 1957 the occurence and spread of virus diseases in some selected areas (ruderal place, cultivated field, and Botanical Gardens) of Berlin was investigated as well as the relations between the occurence of alate aphids and the virus infestation of weeds and ruderal plants.

1. By sap transmission the following viruses of weeds and ruderal plants were isolated: Cucumber mosaic, cabbage black ringspot, tobacco ringspot and an up to now unknown virus (*Stellaria*-Bandblättrigkeit).

2. Extensive host range investigations were made with a strain of the cabbage black ringspot virus, with the cucumber mosaic virus, and the rattle virus. Out of 69 weeds and ruderal plants 30 species proved to be potential host of the cucumber mosaic, 33 hosts of the strain of the cabbage black ringspot virus and 18 hosts of the rattle virus.

3. In experimental transmission with aphids no infestation of *Capsella bursa-pastoris* and *Stellaria media* was to be obtained with the rattle virus though these plants are optimal hosts for this virus.

The best aphid transmission of the cucumber mosaic virus on the plants investigated was obtained on *Lactuca serriola* (by *Myzodes persicae* and *Hyperomyzus lactucae*), *Capsella bursa-pastoris* (by *Brevicoryne brassicae* and *Myzodes persicae*) and on *Solanum nigrum* (by *Myzodes persicae*).

An aphid transmission with a strain of the cabbage black ringspot was not possible but on cruciferae (*Alliaria officinalis, Capsella bursa-pastoris, Sinapis arvensis* and *Sisymbrium loeselii*). The best success of transmission was obtained by *Brevicoryne brassicae, Lipaphis erysimi, Lipaphis fritzmülleri* and *Myzodes persicae.*

4. The supposed relations between vector, virus, and host plant in the ruderal place investigated are discussed and illustrated.

5. A new method is described, with the help of which it is possible to determine the portion of virus vectors among the alatae in an indirect way in the course of the year. Groups of trap plants are exposed to the flight of alatae in different places for two weeks each and are tested for their virus infestation after that time. In the attraction of alatae an increase of 40 % was reached by placing yellow painted plates of hard fiber (Attraktivflächen) under the trap plants. Proof of this increased attraction of alatae is given by gathering the alatae from plants made sticky by glue with and without Attraktivflächen. The same experiment shows that the same proportion of the various aphid species is found on the plants as in yellow water traps exposed at the same time in the same place. Therefore a conclusion of the composition and the number of the alatae which land on the trap plants is possible with the aid of the catches of the yellow water traps exposed in the same place.

6. Groups of plants with Attraktivflächen, consisting of three tobacco plants, a *Matthiola incana* and two *Chenopodium quinoa* plants were planted out during the time of the aphid flight exposing them two weeks each on three different places in 1956 and 1957.

From *Nicotiana tabacum* var. Samsun the following viruses were isolated: Y-Virus as well as its tobacco veinal necrosis strain, the cucumber mosaic virus, the cabbage black ringspot virus (local lesions), and the alfalfa mosaic virus.

From *Matthiola incana* was isolated: Cabbage black ringspot virus and cucumber mosaic virus.

From *Chenopodium quinoa* was isolated: Alfalfa mosaic virus.

There were obvious relations between the occurrence of the viruses on the trap plants and the aphid flight: The Y-Virus and the tobacco veinal necrosis strain were isolated numerously in both years from „Attraktivflächen"-plants in immediate neighbourhood of potato crops. The proportion between the occurrence of the Y-Virus and the tobacco necrosis strain was 10 : 1.

The highest percentage of virus transmitting aphids was found after the climax of the aphid flight.

An infection up to 95 % of the „Attraktivflächen-plants (tobacco) within two weeks with the cucumber mosaic was found in two places in 1956. In 1957 however, only a small rate of infection took place.

The relations between the maximum of the infection with a strain of the cabbage black ringspot virus (on *Matthiola incana* and *Nicotiana tabacum* var. Samsun) and the flight of the main vector in the Botanical Gardens and the cultivated field of the Biologische Bundesanstalt are evident. The late maximum of infection in these places could be traced back to the late flight of *Brevicoryne brassicae*. The maximum of infection on the ruderal

place "Lützowufer" was much earlier according to the earlier flight of the main vector in this area *Lipaphis erysimi* and *Lipaphis fritzmülleri.*

7. The practical use of the Attraktivflächen-method for prognosis of virus infestation is discussed.

Literaturverzeichnis

Börner, C., 1952: Europae centralis Aphides. Mitt. Thür. Bot. **4**, Beih. 3, Weimar.

Broadbent, L., 1948: Aphis migration and the efficiency of the trapping method. Ann. appl. Biol. **35**, 379—394.

— —, 1957: Investigations of virus diseases of brassica crops. Cambridge Univ. Press.

— —, R. P. Chaudhuri and L. Kapica, 1950: The spread of virus diseases to single potato plants by winged aphids. Ann. appl. Biol. **37**, 355—362.

Davies, W. M., and T. Whitehead, 1935: Studies on aphides infesting the potato crop. IV. Notes on the migration and condition of alate *Myzus persicae* Sulz. Ann. appl. Biol. **22**, 549—556.

Doolittle, S. P., and M. N. Walker, 1926: Control of cucumber mosaic by eradication of wild host plants. U. S. Dept. Agr. Bull. **1461.**

Endemann, W., und P. Berger, 1957: Die Anfälligkeit der *Nicotiana*-Arten und *tabacum*-Sorten gegenüber dem Rippenbräunevirus im Freiland. Ber. Inst. Tabakforsch. **4**, 247.

Faan, H. C., and J. Johnson, 1951: The overwintering of the cucumber mosaic virus. Phytopathology **41**, 1001—1010.

Hein, A., 1953: Die Bedeutung der Unkräuter für die Epidemiologie pflanzlicher Virosen. Dtsch. Landw., H. **10**, 521.

— —, 1956: Beiträge zur Kenntnis der Viruskrankheiten an Unkräutern. I. Das *Malva*-Virus. Phytopath. Z. **28**, 205—234.

— —, 1957: II. Das Luzernemosaik und das *Lamium*-Gelbmosaikvirus. Phytopath. Z. **29**, 79—116.

— —, 1957: III. Gurkenmosaik. Phytopath. Z. **29**, 205—229.

Heinze, K., 1939: Übertragung und Überwinterung des Lupinenbräunevirus. Mitt. Biol. Reichsanst. **59**, 84—86.

— —, 1951: Die Überträger pflanzlicher Viruskrankheiten (eine tabellarische Übersicht). Mitt. Biol. Zentralanst. Berlin **71.**

— —, 1952: Ein neues Einbettungsmittel für kleine Insekten, insbesondere für Blattläuse. Trans. Ninth Int. Congr. Ent., Vol. **1**, 177—179.

Herold, F., und H. Bremer, 1958: Untersuchungen zur Epidemiologie, Ökologie und Bekämpfung des Gurkenmosaikvirus. Gartenbauwissenschaft **23**, 254—274.

Hille Ris Lambers, D., 1950: On mounting aphids and other soft-skinned insects. Ent. Ber. Amsterdam **13**, 55—58.

Kennedy, J. S., A. Ibbotson and C. O. Booth, 1950: The distribution of aphid infestation in relation to leaf age. I. *Myzus persicae* (Sulz.) and *Aphis fabae* (Scop.) on spindle trees and sugar-beet plants. Ann. appl. Biol. **37**, 651—679.

Klinkowski, M., 1958: Pflanzliche Virologie. Band I. Einführung in die allgemeinen Probleme. Akademie-Verlag Berlin.

— —, und K. Schmelzer, 1957: Beiträge zur Kenntnis des Virus der Tabak-Rippenbräune. Phytopath. Z. **28**, 286—306.

Köhler, E., und M. Klinkowski, 1954: Viruskrankheiten. Handb. Pfl.krkh. Band II, erste Lieferung.

Mac Clement, W. D., and M. G. Richards, 1956: Virus in wild plants. Canad. J. Bot. **34**, 793—799.

Moericke, V., 1951: Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulz.). Nachr.Bl. dtsch. Pfl.schutzd. Braunschweig **3**, 23—24.

— —, 1953: Wie finden geflügelte Blattläuse ihre Wirtspflanze? Mitt. Biol. Zentralanst. Berlin **75**, 90—97.

Müller, H. J., und K. Unger, 1951: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. I. Der Verlauf des Massenwechsels von *Doralis fabae* Scop. in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf 1949 in Quedlinburg. Züchter **21**, 1—30.

— —, 1951: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. II. Über die Fluggewohnheiten, besonders das sommerliche Schwärmen von *Doralis fabae* und ihre Abhängigkeit vom Tagesgang der Witterungsfaktoren. Züchter **21**, 76—89.

Noordam, D., 1955: Onkruiden en de verspreiding van virusziekten. Meded. Directeur Tuinbouw **18**, 639—645.

Owsald, J. W., and B. R. Houston, 1953: Host range and epiphytology of the cereal yellow dwarf disease. Phytopathology **43**, 309—313.

Schlösser, L. A., 1952: Zur Frage der Wanderung europäischer Rübenvirosen. Phytopath. Z. **20**, 75—82.

Schmelzer, K., 1957: Untersuchungen über den Wirtspflanzenkreis des Tabakmauche-Virus. Phytopath. Z. **30**, 281—314.

— —, und M. Klinkowski, 1958: Ein neuer Stamm des Tabakrippenbräune-Virus in Mitteldeutschland. Naturwissenschaften **45**, 62.

Schmid, K., 1956: Beobachtungen über die Virusübertragung im Tabakbau. Dt. Tabakbau **36**, 196.

Schwarz, R., 1958: Untersuchungen über ein blattlausübertragbares, von Tabakfangpflanzen isoliertes Virus. Phytopath. Z. **33**, 375—384.

— —, 1959: *Stellaria media* Vill. als Wirt für zwei weitere Virosen. Z. Pfl.krkh. **66**, H. 2, 86—89.

Simson, G. W., W. A. Shands and O. L. Wymann, 1945: Weeds and the aphid leaf-roll problem in potatoes. Maine agric. Exp. Stat. Bull. **333**.

Smith, K. M., 1957: A textbook of plant virus diseases. J. & A. Churchill Ldt. London. Second Edition.

Sylvester, E. S., 1954: Aphid transmission of non persistent plant viruses with special reference to the *Brassica nigra* virus. Hilgardia **23**, 98 p.

— — and J. N. Simons, 1951: Relation of plant species inoculated to efficiency of aphids in the transmission of *brassica nigra* virus. Phytopathology **41**, 908—910.

Tjallingii, F., 1952: Onderzoekingen over de mozaiekziekte van de augurk (*Cucumis sativus* L.). T. Plantenziekt. **58**, 1—117.

Uschdraweit, H. A., 1955: *Chenopodium quinoa* als Testpflanze für das Gurkenmosaik. Nachr.Bl. dtsch. Pfl.schutzd. Braunschweig **7**, 151—152.

— —, und H. Valentin, 1956 a: Winterwirte des Gurkenmosaiks. Angew. Bot. **30**, 73—79.

— — und — —, 1956 b: Das Tabakmauchevirus an Zierpflanzen. Nachr.Bl. dtsch. Pfl.-schutzd. Braunschweig **9**, 132—133.

— — und — —, 1957: Untersuchungen über ein Kruziferen-Virus. Phytopath. Z. **31**, 139—148.

Valenta, Vlk., 1956: Das Vorkommen der Stolbur-Krankheit der Solanaceen in natürlichen Infektionsherden. Biologicke prace, Bratislava, H. 10.

Watson, M. A., 1936: Factors affecting the amount of infection obtained by aphis transmission of the virus Hy. III. Philos. Trans. Roy. Soc. London **226**, 457—489.

— —, 1938: Studies on the relationship between *Hyoscyamus* virus 3 and the aphid *Myzus persicae*. Proc. Roy. Soc. B. **125**, 144.

Aus dem Virologischen Institut
der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava

Zwei bisher unbekannte, Kartoffelwelke verursachende Viren aus Mitteleuropa

Von

V. Valenta

Mit 2 Abbildungen

Die Ätiologie der in Europa weit verbreiteten Welkekrankheiten der Kartoffel kann nicht als völlig geklärt betrachtet werden. Als Erreger werden einige Pilze (*Colletotrichum, Fusarium* u. a.) und neuerdings das Stolburvirus genannt. Das letztere dürfte wohl als die Hauptursache der Welkekrankheiten und der damit verbundenen Begleiterscheinungen (Fadenkeimigkeit usw.) zu betrachten sein, die mehrfach eingehend beschrieben und abgebildet worden sind (vgl. u. a. Blattný u. a. 1953, Valenta 1955, Bojňanský 1957, Klinkowski 1958).

Unsere Forschungsarbeiten der letzten Jahre haben den Beweis erbracht, daß neben dem Stolburvirus noch zwei andere Viren an Kartoffelpflanzen Welkeerscheinungen hervorrufen können, die untereinander nach den Feldsymptomen praktisch nicht zu unterscheiden sind.

Einige charakteristische Eigenschaften dieser beiden bisher unbekannten Viren sollen nachstehend kurz beschrieben werden.

1. Das Parastolburvirus

Im Herbst 1956 haben wir auf einem kleinen Bauernfelde am Südhang des Berges Dreveník bei Spišské Podhradie (Zips, Nordslowakei) eine Kartoffelpflanze gefunden, die Anfangssymptome einer Stolburinfektion zeigte (sogenannter „gotischer" Wuchs, verdickte Achselsprosse, Anzeichen eines Verwelkens).

Triebe dieser Kartoffelpflanze wurden auf Tomaten gepfropft, wobei ein Virus isoliert wurde, das in weiteren Pfropfpassagen neben Tomate noch auf *Datura stramonium* L. und *Nicotiana rustica* L. übertragen werden konnte. Versuche mit *Nicotiana tabacum* L. var. Samsun und *Cyphomandra betacea* Sendt. verliefen ergebnislos. Diese Pflanzen zeigten keine Krankheitssymptome, und das Virus konnte aus ihnen nicht rückisoliert werden,

obwohl die zur Inokulation benutzten Pfropfreiser mit den Unterlagen gut verwuchsen und etwa einen Monat am Leben blieben. Negative Übertragungsresultate dieser Art können nach unseren Erfahrungen jedoch nicht als eindeutiger Beweis einer Immunität der betreffenden Pflanzenart angesehen werden.

Die Krankheitssymptome an den drei experimentell mit dem Parastolburvirus, wie wir das neue Virus benennen wollen, infizierten Pflanzenarten waren wie folgt:

Tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Blätter am Rande vergilbt, etwas eingerollt, bisweilen, insbesondere die Gipfelblätter, stark reduziert. Erhöhte

Abb. 1. *Nicotiana rustica* L., infiziert mit dem Parastolburvirus. Mitte und rechts: Mittel- und Terminalpartie eines Hauptsprosses mit charakteristischen vergilbten Achselsprossen

Bildung von Achselsprossen, die kurz blieben und reduzierte gelbliche Blättchen trugen. Blüten kamen nicht zur Entwicklung. Dieses Krankheitsbild unterschied sich nicht von jenem, das durch einige Stämme des echten Stolburvirus verursacht wird.

Stechapfel (*Datura stramonium* L.). Auch auf dieser Pflanze war das Krankheitsbild der Parastolburinfektion von jenem des Stolbur kaum zu unterscheiden. Der einzige, unwesentliche Unterschied bestand darin, daß die bei Parastolbur stark reduzierten Blätter eine vorübergehende Adernaufhellung zeigten.

Bauerntabak (*Nicotiana rustica* L.). Die erkrankten Pflanzen bildeten auffallend viele Nebentriebe, die ebenso wie die Gipfel der Haupttriebe stark vergilbt waren. Die unwesentlich reduzierten Blätter waren meist eingerollt, im Verlauf der Krankheit neugebildete Blätter zeigten deutliche

Adernaufhellungen, die terminalen Blätter waren oft völlig gelb. Die aufwärtsgerichteten Blüten waren sehr wenig verändert, sie waren nur in allen Teilen etwas kleiner als bei gesunden Kontrollpflanzen. Der Kelch und die Krone waren gelblich bis weißlich. Früchte wurden nicht gebildet, obwohl keine morphologischen Veränderungen der Blütenorgane zu verzeichnen waren.

Abb. 2. *Solanum lycopersicum* L., Sorte Champion, infiziert mit dem Metastolburvirus. Fortgeschrittenes Stadium der Infektion: Spitze beginnt zu verwelken

Durch diese Symptome an *N. rustica* unterscheidet sich das Parastolburvirus von allen von uns näher untersuchten Gelbsuchtviren (Stolburvirus, tschechoslowakische, deutsche und kanadische Kartoffelhexenbesenviren, krymer Gelbsuchtvirus)[1]), deren Symptome anderswo eingehend beschrieben werden sollen. Andererseits besteht hier eine gewisse Ähnlichkeit mit Krankheitssymptomen, die an *N. rustica* durch das nordamerikanische Asterngelbsuchtvirus (Kunkel 1931), insbesondere durch dessen kalifornischen Stamm (Maramorosch, mündliche Mitteilung) verursacht werden.

Der von uns isolierte und hier besprochene Virusstamm ging im Winter 1957/58 verloren, nachdem alle mit ihm infizierten Pflanzen abstarben. Bis weiteres Material untersucht werden kann — im betreffenden Gebiete kommen Kartoffelkrankheiten dieser Art recht spärlich vor — müssen die Fragen nach wildwachsenden Wirtspflanzen des Parastolburvirus, und nach seinen Beziehungen zu anderen aus Europa bekannten Gelbsuchtviren offengelassen werden.

2. Das Metastolburvirus

Dieses Virus wurde ähnlich wie das vorherige im Herbst 1956 von einer Kartoffelpflanze mit charakteristischen „Stolbur"-Symptomen (fortgeschrittene Welke, verdickte Achselsprosse und Luftknöllchen) isoliert, die auf einem kleinen Bauernfelde unweit des Dorfes Krivany am Oberlauf des Flusses Torysa (Kreis Prešov, Nordslowakei) gefunden wurde. Es sei bemerkt, daß es sich um denselben Standort handelt, an dem die Kartoffelhexenbesenkrankheit im Jahre 1955 vereinzelt (Valenta 1956) und im Jahre 1957 ziemlich

1) Crimean yellows virus, siehe Valenta, V., 1958: A new yellows virus causing flower proliferations in the dodder, *Cuscuta campestris* Yunck. Phytopath. Z. 33, 316—318.

häufig aufgetreten ist. In den Jahren 1956 und 1958 konnten dort keine hexenbesenkranken Kartoffeln gefunden werden, und was stolburartige Erkrankungen betrifft, war die anfangs angeführte Pflanze die einzige, die an diesem Standort in den Jahren 1955 bis 1958 gefunden werden konnte.

Nachdem es auf Tomatenpflanzen durch Pfropfung isoliert wurde, haben wir das Metastolburvirus, wie wir es bezeichnen wollen, durch nacheinanderfolgende Passagen auf dieser Pflanzenart erhalten. Außerdem gelang es uns, das Virus auf einige Kartoffelpflanzen und von diesen wieder auf Tomaten zurückzuübertragen. Versuche mit mehreren anderen Solanaceen, darunter auch *Nicotiana rustica*, schlugen fehl[1]).

Im Vergleich zu anderen von uns untersuchten Gelbsuchtviren (s. oben) war das Metastolburvirus schlechter zu übertragen, auch seine Inkubationszeit war verhältnismäßig sehr lang. Sie betrug normalerweise nicht weniger als 6 bis 8 Wochen, manchmal war sie noch länger.

Das Metastolburvirus unterscheidet sich von den schon aufgezählten Gelbsuchtviren durch seine Symptome an Tomatenpflanzen. Diese blieben im Wuchs manchmal sehr auffallend zurück, waren mehr aufwärts gerichtet als normal („gotischer" Wuchs). Es wurden viele Achselsprosse gebildet, die jedoch zumeist verkürzt blieben und nur reduzierte Blätter trugen. Auch die oberen Blätter der Hauptsprosse waren reduziert, oft abwärts geneigt und die einzelnen Blättchen eingerollt. Die Blüten waren fast normal, nach dem Abblühen fielen sie gewöhnlich ab; vereinzelt wurden aber auch Früchte gebildet, die jedoch nicht die normale Größe erreichten. Im späteren Verlauf der Infektion bildeten sich an den Hauptachsen und dickeren Nebenästen zahlreiche Anlagen von Adventivwurzeln. Die Pflanzen, insbesondere deren Gipfelpartien, waren auffallend rosa bis violett gefärbt, manchmal fehlte dort das Grün vollständig. Schließlich begannen die Gipfel zu verwelken, und die Pflanzen starben dann schnell ab.

Das eben geschilderte Krankheitsbild an Tomatenpflanzen zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit der durch das spotted-wilt Virus verursachten Spitzenwelke (KÖHLER und KLINKOWSKI 1954). In unserem Falle ist jedoch eine Infektion mit dem letztgenannten Virus ausgeschlossen. Es gelang auch nicht, das Metastolburvirus durch Preßsaft mechanisch zu übertragen.

Auf dem Kartoffelsämling USDA 41 956 waren die Symptome des Metastolbur ähnlich denen, die durch einige Stolburstämme verursacht werden. Etwa 8 bis 10 Wochen nach der Inokulation bildeten sich in den Blattachseln ziemlich große, bis 2 cm lange Luftknöllchen, vereinzelt auch dünne kurze Stolonen. Nachher stellten sich Welkesymptome ein, und die oberirdischen Pflanzenteile starben schnell ab.

Diskussion

Es muß weiteren Untersuchungen vorbehalten werden, eine genauere Charakteristik der beiden hier beschriebenen Viren zu geben und ihre Beziehungen zu anderen Gelbsuchtviren zu klären. Deshalb sollen auch die

[1]) Nachtrag bei der Korrektur: In weiteren Versuchen wurde *Nicotiana rustica* als symptomloser Wirt des Metastolburvirus ermittelt.

beiden vorgeschlagenen Benennungen als provisorisch betrachtet werden. Jedoch kann man bereits jetzt den Schluß ziehen, daß an Kartoffeln symptomatologisch gleichartige Krankheitserscheinungen neben dem Stolburvirus auch durch andere Gelbsuchtviren hervorgerufen werden können. Die wirtschaftliche Bedeutung der beiden neu beschriebenen Krankheiten kann noch nicht beurteilt werden, da bisher zu wenig diesbezügliche Untersuchungen durchgeführt worden sind. Ohne derartige Untersuchungen wird man jedoch bei der Lösung der vielen die Kartoffelwelkekrankheiten betreffenden Fragen nicht auskommen, da, wie es sich gezeigt hat, die Symptomatik allein nicht immer richtige Schlüsse ermöglicht.

Zusammenfassung

In der Nordslowakei wurden zwei Kartoffelpflanzen mit Welkesymptomen gefunden, die äußerlich eine Stolburinfektion vortäuschten. Bei genauerer Untersuchung zeigte sich, daß es sich dabei um eine Infektion mit zwei bisher unbekannten Viren gehandelt hat, für die provisorische Benennungen vorgeschlagen und deren Eigenschaften kurz beschrieben werden.

Das Parastolburvirus wird durch Symptome an *Nicotiana rustica* charakterisiert. Als Wirtspflanzen sind neben der Kartoffel und *N. rustica* noch *Solanum lycopersicum* und *Datura stramonium* bekannt geworden.

Das Metastolburvirus wird durch Symptome an *Solanum lycopersicum* charakterisiert. Außer Tomate und Kartoffel sind keine anderen Wirtspflanzen bekannt.

Summary

Two potato plants showing wilt symptoms suggestive of a stolbur infection were found in Northern Slovakia. However, it was found that these infections were caused by two previously unknown viruses, for which provisory designations are proposed and the characteristics of which are given.

Parastolbur virus is characterized by symptoms it causes in *Nicotiana rustica*. So far, the potato, *N. rustica, Solanum lycopersicum* and *Datura stramonium* have been established as host plants of this virus.

Metastolbur virus is characterized by symptoms it causes in *Solanum lycopersicum*. No other host plants except the tomato and potato could be established so far.

Literaturverzeichnis

Blattný, C., J. Brčák, J. Pozděna, J. Dlabola, J. Limberk und V. Bojňanský, 1954: Die Übertragung des Stolburvirus bei Tabak und Tomaten und seine virogeographischen Beziehungen. Phytopath. Z. **22**, 381—416.

Bojňanský, V., 1957: Príspevok k symptomatike stolburu u zemiakov (Beitrag zur Symptomatologie der Stolburkrankheit bei Kartoffeln). Čs. biologie **6**, 449—456.

Klinkowski, M., 1958: Beiträge zur Kenntnis der Stolburkrankheit der Kartoffel. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen 1957, 264—277.

Köhler, E., und M. Klinkowski, 1954: Viruskrankheiten. In Sorauer: Handbuch d. Pflanzenkrankheiten, Bd. **2**, 6. Aufl., 1. Lfg. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg.

Kunkel, L. O., 1931: Studies on aster yellows in some new host plants. Contr. Boyce Thompson Inst. **3**, 85—123.

Valenta, V., 1955: O stolbure II. Experimentálna diagnostika choroby (Über das Stolburvirus II. Experimentelle Diagnostik der Krankheit). Práce II. sekcie SAV, ser. biol. 1/8, 22 pp.

— —, 1956: Vírus metlovitosti zemiakov v Československu — Príspevok k otázke „severného stolburu" (Hexenbesenkrankheit der Kartoffel in der Tschechoslowakei — Beitrag zur Frage des „Nord-Stolbur"). Biológia (Bratislava) **11**, 449—456.

Aus der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Institut für Phytopathologie Aschersleben

Wirtspflanzen des Pflaumenbandmosaik-Virus in mittel- und norddeutschen Obstanlagen und Baumschulen

Von

Gisela Baumann

Mit 11 Abbildungen

Inhalt: Einleitung. — Material und Methodik. — Das Virus von *Prunus triloba*. — Ergebnisse der Versuche. — Verbreitung des Bandmosaik-Virus in Baumschulen. — Besprechung der Ergebnisse. — Zusammenfassung. — Summary. — Literaturverzeichnis.

Das Bandmosaik-Virus der Pflaume ist in den letzten 20 Jahren mehrfach Gegenstand von Untersuchungen europäischer und außereuropäischer Autoren gewesen. In jüngster Zeit haben Posnette und Ellenberg (1957) das Vorkommen verschiedener Stämme dieses Virus und seine Identität mit dem Apfelmosaik-Virus unter Beweis stellen können. Die bisher vorliegende Literatur wurde von diesen Autoren besprochen, so daß hier auf ihre Wiedergabe verzichtet werden kann. In unserem Gebiet hat Reinmuth (1954) auf das Vorkommen des Pflaumenbandmosaiks aufmerksam gemacht. Seine Befunde wurden von Baumann und Klinkowski (1955) bestätigt. Diese Autoren teilten weiterhin das Vorkommen eines Bandmosaiks an Pfirsich mit und das Auffinden bandmosaikähnlicher Symptome an wildwachsenden *Prunus spinosa*. Letztere wurden auch in Oberbayern und im Maingebiet festgestellt (Mallach 1956, 1957). Die Virusnatur dieser Erscheinung war noch experimentell zu beweisen, die Identität der Virose an Pfirsich aufzuklären und festzustellen, ob diese Virose durch das von Cation (1941) und Chamberlain, Atkinson und Hunter (1951) beschriebene Virus verursacht wird. Eine inzwischen beobachtete Viruserkrankung an *Prunus triloba* (Baumann 1958) konnte im Laufe der hier beschriebenen Untersuchungen ebenfalls dem Pflaumenbandmosaik-Virus zugeordnet werden.

Über die Ergebnisse dieser Versuche und über die Bedeutung des Pflaumenbandmosaik-Virus in unseren Baumschulen soll im folgenden berichtet werden.

I. Material und Methodik

Es wurde mit folgenden Virusherkünften gearbeitet:

Pflaumenbandmosaik	Aschersleben von „Nancymirabelle"
Pflaumenbandmosaik	Aschersleben von unbekannter Sorte
Pflaumenbandmosaik	Oebisfelde-Kusey von „Nancymirabelle"
Pflaumenbandmosaik	Stecklenberg/Harz von „Hauszwetsche"
Pfirsichbandmosaik	Pillnitz von „Mayflower"
Virus von *Prunus spinosa*	Stecklenberg/Harz
Virus von *Prunus triloba*	Aschersleben

Für die Versuche wurden im Freiland zweijährige Sämlinge von *Prunus persica, P. armeniaca* und *P. avium* benutzt, sowie zweijährige Abrisse von *P. Myrobalana alba* und zweijährige Veredlungen von „Hauszwetsche". Im Gewächshause verwendeten wir getopfte einjährige Sämlinge von *P. persica, P. avium* und zweijährige Abrisse von *P. Myrobalana alba.* Wie in früheren Untersuchungen (BAUMANN 1956) waren die getopften Bäumchen im Freiland überwintert und im Januar ins Gewächshaus geholt worden, so daß ab Februar ständig treibende Pflanzen für die Durchführung der Schildchenpfropfung (chip budding) zur Verfügung standen. Die Freilandinfektionen wurden meist im Spätsommer durch Okulation, gelegentlich auch durch Schildchenpfropfung zur Zeit des Knospenaufbruches, vorgenommen. Für die Preßsaftübertragungen auf *Cucumis sativus* Sorte „Delikateß" wurden junge Blättchen von Pfirsichen oder *Prunus Myrobalana alba* unter einem Puffergemisch (0,7 m Sörensenphosphatpuffer pH 7 zu gleichen Teilen versetzt mit 0,5 %igem Na_2SO_3) gründlich verrieben. Mit dem Saft beimpften wir die Kotyledonen junger Gurkenpflänzchen, wenn das erste wahre Blatt eben sichtbar, aber noch nicht entfaltet war.

II. Das Virus von *Prunus triloba*

In einem Hausgarten in Aschersleben und zwei Baumschulen in der Nähe von Berlin fanden wir an *Prunus triloba* eine auffallende, kräftig-gelbe bzw. cremefarbene Mosaikfleckung auf den älteren Blättern. Gelegentlich waren auch Eichenblattmuster und Ringe zu beobachten (Abb. 1). Die jüngeren, während der Sommermonate gebildeten Blätter waren stets symptomfrei. Durch Schildchenpfropfung auf Pfirsich ließ sich zeigen, daß diese Erscheinung virusbedingt war. Die Art des Krankheitsbildes und sein Verschwinden in den Sommermonaten machten die Verwandtschaft des Virus mit dem Pflaumenbandmosaik-Virus wahrscheinlich, zumal wir an Trieben der Unterlage *Prunus Myrobalana alba* von befallenen *P. triloba* typische Bandmosaiksymptome fanden. Diese Virose wurde daher in die Untersuchungen einbezogen.

III. Ergebnisse der Versuche

Auf „Hauszwetsche" riefen die geprüften Herkünfte des Pflaumenbandmosaiks, das Pfirsichbandmosaik und das Virus von *P. spinosa* ein Jahr nach der Okulation die für das Pflaumenbandmosaik typischen Symptome hervor (Abb. 2 u. 3). Das aus hellgrünen Linien und bandförmigen Zeichnungen bestehende Krankheitsbild war besonders deutlich bei den mit dem Pfirsichbandmosaik infizierten Bäumen und blieb in allen Fällen auf die älteren, während der Frühjahrsmonate entwickelten Blätter beschränkt. Auf die Maskierung der Symptome des Bandmosaiks durch höhere Temperaturen wurde schon von WILLISON (1945) hingewiesen.

Abb. 1. Symptome des Bandmosaik-Virus auf *Prunus triloba*

Die Anfangssymptome der Infektion auf Pfirsichsämlingen erschienen bei allen Herkünften des Pflaumenbandmosaiks, beim Pfirsichbandmosaik und bei den Viren von *P. spinosa* und *P. triloba* ein Jahr nach der Inokulation im Freiland, bei den Gewächshausversuchen in einzelnen Fällen bereits 3 bis 5 Wochen p. i. Die Entwicklung des Krankheitsbildes war im Gewächshaus

Abb. 2 (links). Bandmosaik von Pfirsich übertragen auf „Hauszwetsche"

Abb. 3 (rechts). Bandmosaik von *Prunus spinosa* übertragen auf „Hauszwetsche"

Abb. 4. Bandmosaik von Pflaume (links) und von Pfirsich (rechts) übertragen auf *Prunus persica*-Sämling

besonders gut zu verfolgen. Zuerst erschien ein schwer zu beschreibendes dunkelgrünes „Preßmuster", das durch leichtes Aufwölben des Blattgewebes zwischen den feinsten Seitenadern entstand. Im auffallenden Licht schimmerte dieses „Preßmuster" bronzeartig, die Blätter waren am Rande leicht gewellt, aber nicht gerollt. Dieses Symptom erfaßte allmählich alle, auch die jüngsten Blätter. Nach etwa 4 Wochen färbte sich das Preßmuster, bei den ältesten Blättern beginnend, gelblich oder leuchtend gelb, dann erschienen die typischen bandartigen Muster. Im Freiland waren die Symptome gewöhnlich erst in diesem Entwicklungsstadium feststellbar. Pflaumen- und Pfirsichbandmosaik wiesen auf Pfirsichsämlingen weitgehend übereinstimmende Symptome auf (Abb. 4), bei den Viren von *P. spinosa* und *P. triloba* waren die Zeichnungen nicht so deutlich.

Auf *Prunus Myrobalana alba* unterschieden sich die Symptome des Pfirsichbandmosaiks und des Virus von *P. triloba* etwas von denen der Herkünfte des Pflaumenbandmosaiks. Sie bestanden in einer leuchtend gelben Adernnetzbildung und kräftigen Bandmusterung, während beim Pflaumenbandmosaik sich hellgrüne oder gelbliche Flecke und band- oder linienförmige Zeichnungen entwickelten (Abb. 5).

Die Herkunft Aschersleben von „Nancymirabelle" wurde auch auf Aprikose übertragen und rief hier sehr deutliche Bandmosaiksymptome und Ringflecke hervor, die ein Jahr nach der Inokulation erschienen. Nach der Übertragung eines Bandmosaiks von Aprikose auf „Hauszwetsche" entwickelten sich hier die typischen Symptome des Pflaumenbandmosaik-Virus (Abb. 6).

Um unsere Isolate des Pflaumenbandmosaik-Virus mit denen anderer Autoren vergleichen zu können, wurden die Herkünfte Aschersleben von „Nancymirabelle", Stecklenberg und das Pfirsichbandmosaik auf *Prunus salicina* (Shiro-plum) durch Aufpfropfen von Reisern dieses Indikators auf infizierte Unterlagen übertragen. Das Pfirsichbandmosaik bildete hier bereits ein Jahr nach der Infektion sehr deutliche Symptome in Form von leuchtend

Abb. 5. Bandmosaik von Pfirsich (links) und von Pflaume (Mitte und rechts) übertragen auf *Prunus Myrobalana alba*

gelben Zickzacklinien, einem grünlichgelben Mosaik und feinen strichartigen Adernaufhellungen (Abb. 7). Die anderen Bandmosaikherkünfte hatten zwei Jahre nach der Infektion noch keine Symptome verursacht.

Die Übertragung der einzelnen Viren und Herkünfte auf Vogelkirschensämlinge bzw. den East Malling Klon F 12/1 von *Prunus avium* ließ erkennen, daß einige Herkünfte des Pflaumenbandmosaik-Virus mit einem anderen, in Pflaume latent vorkommenden Virus verunreinigt sein mußten. Nach der

Abb. 6. Bandmosaik von Aprikose übertragen auf „Hauszwetsche"
Abb. 7. Bandmosaik von Pfirsich übertragen auf *Prunus salicina* (Shiro plum)
Abb. 8. Bandmosaik von Pflaume übertragen auf *Prunus avium*-Sämling

Infektion mit dem Pfirsichbandmosaik und den Herkünften Aschersleben von „Nancymirabelle" und Stecklenberg des Pflaumenbandmosaik-Virus sowie dem Virus von *Prunus triloba* reagierten die Vogelkirschensämlinge mit der Bildung leuchtend gelber, kräftiger Ringe und Bänder. Die Scheckung erfaßte oft die gesamte Blattspreite, wobei nur einige Bezirke ausgespart blieben (Abb. 8). Bei den anderen geprüften Herkünften des Pflaumenbandmosaiks traten zusätzlich oder allein starke Nekrosen, Ringflecke und auf den jüngsten Blättern eine feine gelbliche Sprenkelung, von uns als „Puderung" bezeichnet, auf (Abb. 9). An 3 von insgesamt 13 infizierten Vogelkirschen entwickelten sich ein Jahr nach der Inokulation Enationen auf der Blattunterseite, wie sie für die Stecklenberger Krankheit (Baumann und Klinkowski 1955) typisch sind. Daraufhin wurden drei Herkünfte des Pflaumenbandmosaiks und das Pfirsichbandmosaik auf zweijährige Veredelungen von „Schattenmorelle", den Indikator für die Stecklenberger Krankheit, übertragen. Nur die Herkunft Aschersleben von unbekannter Sorte rief die für die Stecklenberger Krankheit typischen Symptome auf „Schattenmorelle" her-

Abb. 9. Bandmosaik von Pflaume gemischt mit Stecklenberger Krankheit übertragen auf *Prunus avium*-Sämling (links) und *Prunus avium* F 12/1 (rechts). Auf Sämling auch Bandmosaiksymptome sichtbar

Abb. 10. Stecklenberger Krankheit von Pflaume übertragen auf „*Cucumis sativus*"

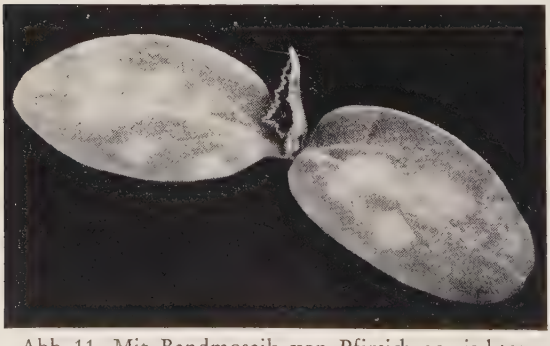


Abb. 11. Mit Bandmosaik von Pfirsich gemischtes Ringfleckenvirus übertragen auf *Cucumis sativus*

vor: Knospenverkümmerung, Blattdeformationen, Nekrosen, und Enationenbildung. Das Pfirsichbandmosaik bildete lediglich einige Ringflecke auf der *P. mahaleb*-Unterlage der zweijährigen Bäumchen, auf „Schattenmorelle" aber entwikkelten sich ebensowenig Symptome, wie bei den übrigen Herkünften des Pflaumenbandmosaiks. Gleichzeitig vorgenommene mechanische Übertragungsversuche auf Gurke verliefen negativ bei den Herkünften Aschersleben von „Nancymirabelle" und Stecklenberg des Pflaumenbandmosaik-Virus. Dagegen gelang es, von den Herkünften Aschersleben von unbekannter Sorte und Oebisfelde-Kusey ein saftübertragbares Virus zu isolieren (Tab. 1). An Hand vergleichender Untersuchungen konnte es mit dem Virus identifiziert werden, das von stecklenbergerkranken Sauerkirschen auf Gurke übertragbar ist und diese Pflanze in der Regel zum Absterben bringt (Abb. 10). Seine Eigenschaften werden an anderer Stelle mitgeteilt. Bei Übertragungsversuchen mit dem Pfirsichbandmosaik erhielten wir auf Gurke ein Virus, das auf den Kotyledonen schwache Ringfleckensymptome, aber keine Beeinträchtigung der Entwicklung hervorrief (Abbildung 11). Dieses Virus wies keine Beziehungen zu dem der Stecklenberger Krankheit

auf und wurde als ein latentes Ringflecken-Virus identifiziert. Es war entweder im Ausgangsbaum „Mayflower" mit dem Bandmosaik enthalten oder in dem ersten Pfirsichsämling, auf den wir das Bandmosaik von „Mayflower" übertrugen und von dem alles in unseren Versuchen verwendete Material stammt. (Diese Frage konnte nicht geklärt werden, da der Ausgangsbaum „Mayflower" in Pillnitz dem Winter 1955/56 zum Opfer fiel).

Tabelle 1

Versuche zur mechanischen Übertragung von Viren aus *Prunus domestica, P. persica* und *P. spinosa*

Infektionsmaterial: junge Pfirsichblätter; Testpflanze: Gurke „Delikateß" Zähler: Anzahl der infizierten Pflanzen. Nenner: Anzahl der Testpflanzen

Versuchsreihe	Pflaumenbandmosaik			Pfirsichbandmosaik	Virus von *P. spinosa*
	Aschersleben von „Nancymirabelle"	Aschersleben von unbekannter Sorte	Oebisfelde-Kusey[1])		
1	0/10	12/15	1/10	1/16[2])	0/10
2	0/15	0/20	10/10	7/20	0/10
3	0/20	3/15	—	2/15	—
4	—	2/9	—	5/9	—
5	—	5/10	—	3/10	—

[1]) Infektionsmaterial: Blätter von *Prunus myrobalana alba.*
[2]) In allen Versuchen nur Symptome des latenten Ringfleckenvirus.

Die Weiterübertragung des Virus der Herkunft Aschersleben von unbekannter Sorte von Gurke auf Gurke gelang in 31 von 38 Versuchen, wobei von insgesamt 391 inokulierten Pflanzen 194 Symptome aufwiesen. Das Virus aus der Herkunft Oebisfelde-Kusey wurde in 2 Versuchen von Gurke auf Gurke übertragen, und dabei wurden von insgesamt 20 inokulierten Pflanzen 8 infiziert. Das latente Ringfleckenvirus aus Pfirsich konnte nur noch einmal auf Gurke weiterübertragen werden, weitere 7 Übertragungsversuche verliefen negativ. Von insgesamt 70 inokulierten Pflanzen wurden hierbei 12 Pflanzen infiziert. In 5 Versuchsreihen wurde mit der Herkunft Aschersleben von „Nancymirabelle" und mit dem Pfirsichbandmosaik auch *Cucurbita pepo* inokuliert. In keinem Fall entwickelten sich bei den beimpften Pflanzen Symptome.

In Tabelle 2 sind die Symptome der Viren und Virusherkünfte auf den verwendeten Wirtspflanzen noch einmal zusammengestellt.

IV. Verbreitung des Bandmosaik-Virus in Baumschulen

Bei der Überprüfung von Baumschulen auf Virusbefall wurden insgesamt 17 725 Pflaumenunterlagen und -veredlungen bonitiert. Die Ergebnisse dieser Kontrollen sind in den Tabellen 3 bis 5 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Symptome des Bandmosaik-Virus auf verschiedenen Wirtspflanzen

Wirtspflanze	Pflaumenbandmosaik				Pfirsich-bandmosaik	Virus von *Prunus spinosa*	Virus von *Prunus triloba*
	Aschersleben		Stecklenberg	Oebisfelde-Kusey			
	von „Nancy-mirabelle“	von unbek. Sorte					
Prunus domestica „Hauszwetsche“	Hellgrünes Bandmosaik	Nicht geprüft	Hellgrünes Bandmosaik	Nicht geprüft	Gelbes Bandmosaik	Hellgrünes Bandmosaik	Nicht geprüft
Prunus persica Sämling	Dunkelgrünes Preßmuster, später gelbe Bänder, Ringe	Dunkelgrünes Preßmuster, später gelbe Bänder, Ringe	Dunkelgrünes Preßmuster, später gelbe Bänder, Ringe	Dunkelgrünes Preßmuster	Dunkelgrünes Preßmuster, später leuchtend gelbe Bänder, Ringe	Dunkelgrünes Preßmuster, später schwach hellgrüne Bänder	Dunkelgrünes Preßmuster, später gelbe Bänder, Ringe
Prunus myrobalana alba	Hellgrüne Bänder und Flecke	Feine Zickzacklinien, gelbe Bänder, Ringe	Hellgrüne Bänder	Leuchtend gelbe Bänder, Adernnetzbildung, Ringflecke	Leuchtend gelbe Bänder, Adernnetzbildung	Nicht geprüft	Leuchtend gelbe Bänder, Adernnetzbildung
Prunus salicina (Shiro plum)	Keine Symptome	Nicht geprüft	Keine Symptome	Nicht geprüft	Leuchtend gelbe Zickzacklinien, Mosaik	Nicht geprüft	Nicht geprüft
Prunus armeniaca Sämling	Hellgrüne Bänder und Ringe	Nicht geprüft	Nicht geprüft	Nicht geprüft	Nicht geprüft	Nicht geprüft	Nicht geprüft
Prunus avium Sämling	Leuchtend gelbes Mosaik	Gelbe Ringe, Bänder, Nekrosen, Enationen, „Puderung“	Leuchtend gelbes Mosaik	Starke Nekrosenbildung, „Puderung“	Leuchtend gelbes Mosaik	Nicht geprüft	Leuchtend gelbe Mosaikscheckung
Prunus cerasus „Schattenmorelle“	Keine Symptome	Nekrosen, Blütenverkümmerung, Enationen	Keine Symptome	Nicht geprüft	Keine Symptome	Nicht geprüft	Nicht geprüft
Cucumis sativus „Delikateß“	Keine Symptome	Ringflecke, Absterben der Pflanzen	Nicht geprüft	Ringflecke, Absterben der Pflanzen	Schwache Ringflecke	Keine Symptome	Nicht geprüft

Tabelle 3

Befallsgrad verschiedener Pflaumensorten auf der Unterlage *Prunus myrobalana alba**)

1- und 2jährige Veredlungen mit dem Pflaumenbandmosaik-Virus

Sorte	Berlin-Buch Befallene Pflanzen		Bohnsdorf Befallene Pflanzen		Berlin Befallene Pflanzen	
	gesamt	in % des Bestandes der Sorte	gesamt	in % des Bestandes der Sorte	gesamt	in % des Bestandes der Sorte
Kirkes Pflaume	—	—	—	—	13	13
Löwen	1	0,3	—	—	2	0,8
Wangenheim	—	—	6		2	0,9
Nancymirabelle	—	—	0	0	2	0,4
Anna Späth	0	0	0	0	4	1,8
Czar	0	0	—	—	16	7,2
Ontariopflaume	2	0,6	5		0	0
Hauszwetsche	48	16	—	—	83	8,3
Unterlage	2	0,6	17		84	2,2
Prunus triloba	—	—	62		—	—
Gr. Grüne Reneklode	—	—	19		—	—
Emma Leppermann	—	—	3		0	0
Gesamt:	55		112		206	
Befall in % des Gesamtbestandes:	3,54		2,27		3,47	

*) Herrn F. Vierhub und den Mitarbeitern des Referates Pflanzenschutz der Abt. Land- und Forstwirtschaft beim Magistrat von Groß-Berlin sei für die Unterstützung unserer Arbeit auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Von 3500 Veredlungen von *Prunus triloba* auf *P. Myrobalana* Sämling in Wartenberg erwiesen sich nur 9, das sind 0,25 % als infiziert. Die Sorte „Hauszwetsche" gehörte neben „Czar" und „Lützelsachser" in allen geprüften Baumschulen zu den am stärksten befallenen Sorten. Möglicherweise geht das auf die vielfach vorgenommene Vermehrung dieser Sorte durch Wurzelausläufer zurück. Auch in der Fachschule für Gartenbau Quedlinburg stellten wir einen hohen Befall der „Hauszwetsche" auf verschiedenen, zu Züchtungszwecken aufgepflanzten Sämlingsunterlagen fest[1]).

Abschließend sei noch das Vorkommen des Pflaumenbandmosaiks an 5- bis 7jährigen Standbäumen verschiedener Sorten auf den Unterlagen *Prunus* Brünker und *Prunus* Ackermann in Prussendorf mitgeteilt.

Außer an den bisher erwähnten Sorten haben wir die Virose auch an „Magna Glauca" beobachtet, die auf infizierte Myrobalanen veredelt war und das Krankheitsbild sehr deutlich zeigte.

1) Für die Überlassung des Materials bin ich Herrn Dr. Nitsch, Quedlinburg, zu Dank verpflichtet.

Tabelle 4

Befall verschiedener Sorten
auf der Unterlage „Große Grüne Reneklode"-Sämling mit dem Pflaumenbandmosaik-Virus, Bohnsdorf

Sorte	Gesamtbefall	Befall in % des Bestandes der Sorte
Prunus triloba	31	3,7
Hauszwetsche	10	2,9
Lützelsachser	34	8,9
Bühler Frühzwetsche	—	—
Czar	83	10,9
Nancymirabelle	—	—
Ontariopflaume	10	1,3
Althans	—	—
Viktoria	—	—
Wangenheim	—	—
Gesamt:	168	
Befall in % des Gesamtbestandes:	3,73	

Tabelle 5

Befall der Sorte „Hauszwetsche" auf verschiedenen Unterlagen in Quedlinburg

Unterlage	Gesamtbefall	Befall in % des Bestandes der Sorte
Bühler Frühzwetsche	5	5,7
Kleine runde Pflaume	2	5,4
Große Grüne Reneklode	4	14,2
Größere Hauszwetsche	8	29,6
Wangenheim	1	2,0
Hundepflaume	9	18,0
Prunus Ackermann (Typ)	10	33,3
Unbekannte Pflaume	6	4,6
Gesamt:	45	
Befall in % des Bestandes:	10,2	

In Prussendorf fanden wir die Stammbildner „Müncheberg B 19/13" und „Fecunda" zu einem hohen Prozentsatz virusinfiziert. Es ließ sich noch feststellen, daß die ursprünglich aus Müncheberg bezogenen gesunden Reiser beider Stammbildner auf kranke *Prunus Myrobalana alba* veredelt und dann als Reiserspender benutzt worden waren. Die auf virusinfizierte Stammbild-

ner „B 19/13" veredelten „Ontariopflaume" und „Große Grüne Reneklode" zeigten neben dem typischen Bandmosaik eine bisher nicht beobachtete Erscheinung: die Bäumchen verloren vollkommen ihre Standfestigkeit und hingen quer in die Reihe. Vom dritten Standjahr an ließen sich so die virusbefallenen von den gesunden Veredlungen schon von weitem unterscheiden, die kranken Bäume waren unverkäuflich. Es bleibt zu prüfen, ob diese bisher in der Literatur nicht beschriebene Reaktion dem Pflaumenbandmosaik-Virus zuzuschreiben ist, dessen Wirkung auf Stammbildner unseres Wissens bisher nicht untersucht wurde[1]).

Tabelle 6

Vorkommen des Pflaumenbandmosaiks an Standbäumen verschiedener Sorten

Sorte	Gesamtbefall	Befall in % des Bestandes der Sorte
Hauszwetsche	5	43
Garnbacher	0	0
Große Grüne Reneklode	0	0
Bühler Frühzwetsche	6	25
Nancymirabelle	3	50
Oullins	0	0
Emma Leppermann	0	0
Czar	0	0
Wangenheim	9	75
Ontario	0	0
Anna Späth	0	0
Lützelsachser	0	0
Viktoria	0	0
Stanley	0	0
Gesamt:	23	
Befall in % des Bestandes:	19	

V. Besprechung der Ergebnisse

An Hand der vergleichenden Untersuchungen auf Hauspflaume, Pfirsich und Vogelkirsche konnte nachgewiesen werden, daß das aus Frankreich (Arnaud und Arnaud 1936), Bulgarien (Christoff 1938), Ungarn (Husz und Klement 1950), Holland (van Katwijk 1953, Krythe 1953) und Deutschland (Baumann und Klinkowski 1955) beschriebene Pfirsichbandmosaik-Virus mit dem Pflaumenbandmosaik-Virus (line pattern virus) (Cation 1941; Chamberlain, Atkinson und Hunter 1951) identisch ist. Infolge seiner etwas abweichenden Symptombildung auf *Prunus Myrobalana alba*

1) Herrn Gartenbauinspektor Georg Meyer, Versuchsgut Prussendorf, danke ich für wertvolle Hinweise.

kann es als ein Stamm[1]) dieses Virus angesehen werden. Es konnte die Vermutung bestätigt werden, daß die früher mitgeteilten Eichenblatt- und Ringfleckenmuster auf wildwachsenden *Prunus spinosa* durch eine Viruskrankheit verursacht werden. Auch diese ist dem Pflaumenbandmosaik-Virus zuzuordnen.

Durch Übertragung dieses Virus auf Aprikose und Rückübertragung auf „Hauszwetsche" wurde der inzwischen von SCHUCH (1957) mitgeteilte Befund bestätigt, daß das Pflaumenbandmosaik-Virus bei uns auch auf Aprikose vorkommt.

Das Virus von *Prunus triloba* konnte auf Grund seiner Symptome auf Pfirsich, *P. Myrobalana alba* und Vogelkirsche gleichfalls zum Bandmosaik-Virus der Pflaume gestellt werden. *Prunus triloba* war ebenso wie *P. spinosa* bisher als Wirtspflanze für das Bandmosaik nicht bekannt. Symptomatologisch gehört diese Isolierung zu dem von Pfirsich gewonnenen Stamm. Dieser ist nach unseren Beobachtungen besonders stark in der vegetativ vermehrten *Prunus Myrobalana alba* verbreitet. Nach den Symptomen, die er auf *Prunus salicina* (Shiro plum) hervorruft, ist er identisch mit dem in England in Myrobalanen vorkommenden „yellow line pattern, myrobalan isolate" (POSNETTE und ELLENBERG 1957).

Von den vier geprüften Herkünften des Pflaumenbandmosaik-Virus waren zwei mit dem Virus der Stecklenberger Krankheit der Sauerkirsche vergesellschaftet, wobei die Bäume in allen Fällen nur Bandmosaiksymptome erkennen ließen. Die Stecklenberger Krankheit scheint demnach in Pflaumen latent verbreitet zu sein. In Anbetracht der natürlichen Ausbreitung dieser Virose muß bei der Anlage von Steinobstmischpflanzungen der Pflaume als potentiellem Infektionsreservoir für die Stecklenberger Krankheit Beachtung geschenkt werden. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob die Virose auch bei Pflaume durch den Samen übertragbar ist. *Prunus Myrobalana alba* wurde als Wirtspflanze der Stecklenberger Krankheit bereits nachgewiesen (BAUMANN unveröffentl.). Die Verminderung des Blatt- und Triebwachstums, über die BAUMANN und KLINKOWSKI (1955) bei starkem Befall der Sorte „Nancymirabelle" durch das Bandmosaikvirus berichteten, geht möglicherweise auf die inzwischen festgestellte gleichzeitige Infektion mit der Stecklenberger Krankheit zurück.

Es gelang uns nicht, reine Herkünfte des Pflaumenbandmosaik-Virus auf *Cucumis sativus* oder *Cucurbita pepo* zu übertragen, bei Übertragungsversuchen mit der Pfirsich-Herkunft isolierten wir immer nur ein latentes Ringfleckenvirus. Dies deutet darauf hin, daß das Pflaumenbandmosaik-Virus nicht mechanisch auf die genannten Pflanzen übergebracht werden kann und daß bei den gelungenen Übertragungsversuchen von GILMER (1957) möglicherweise neben dem necrotic ring spot virus und dem line-pattern virus ein drittes Virus im Inokulum enthalten war. Auch die inzwischen von anderen Autoren (KIRCKPATRICK 1955, GILMER 1956, POSNETTE und ELLENBERG 1957) festgestellte Identität des Pflaumenbandmosaik- mit dem Apfel-

[1]) In Anlehnung an die Literatur wird der terminus „Stamm" (strain) hier verwendet, obwohl er mangels weiterer Kriterien bisher nur symptomatologisch begründet werden kann.

mosaik-Virus dürfte die mechanische Übertragbarkeit des ersteren in Frage stellen, nachdem eindeutig erwiesen wurde, daß das hier in Betracht kommende, an Apfel Mosaiksymptome hervorrufende Virus nicht saftübertragbar ist (Gilmer 1958).

Die Verbreitung des Bandmosaiks in unseren Baumschulen liegt in der Höhe des Befalls, den Mallach (1957) in umfangreichen Erhebungen für Obstanlagen des Bodenseegebietes und der Mainschleife feststellte und mit etwa 3,5 % angibt. Unsere Beobachtungen lassen erkennen, daß in den meisten Fällen die Infektion auf die Unterlage *Prunus Myrobalana alba* zurückgeht, daneben weisen einige Sorten wie „Hauszwetsche", „Lützelsachser" und „Czar" einen hohen Verseuchungsgrad auf, wie die Untersuchungen der Bestände auf Sämlingsunterlagen zeigen. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß in den Baumschulen die Standbäume dieser Sorten zu einem großen Teil virusinfiziert sind. Wo diese Sorten auf vegetativ vermehrte Unterlagen veredelt wurden, steigt die Befallshöhe noch an (Berlin-Buch und Berlin: Hauszwetsche auf *Prunus Myrobalana alba*, Quedlinburg: Hauszwetsche auf *Prunus* Ackermann). Den Befund von Chamberlain, Atkinson und Hunter (1951), daß befallene *Prunus Myrobalana alba* zu hohen Prozentsätzen die Veredlungen nicht annehmen, können wir an Hand unserer Beobachtungen bestätigen, eingehende Versuche mit 14 Pflaumensorten dauern zur Zeit noch an. Der hohe Anteil virusinfizierter Standbäume in der Versuchsanlage Prussendorf läßt sich eindeutig auf die Verwendung von Reisern befallener Reisermutterbäume zurückführen. Die starke Verseuchung, die hieraus in der relativ kleinen Anlage resultierte, unterstreicht aufs neue die Notwendigkeit der ausschließlichen Reisergewinnung von geprüften, virusfreien Bäumen durch die Baumschulen.

Im Sortiment des VEB Saatzucht, Spezialbetrieb für Obstbau und Baumschulen Magdeburg-Ottersleben, stehen von uns auf Virusfreiheit geprüfte Bäume bereits zur Verfügung. Die Bereinigung der Mutterbeete von *Prunus Myrobalana alba* in der Baumschule Schwamborn-Naundorf wurde schon vor zwei Jahren durchgeführt.

Meinen technischen Assistenten Frl. Lore Hempel und Herrn Horst Hartleb danke ich für die Hilfe bei der Durchführung der Versuche.

Zusammenfassung

Das Pfirsichbandmosaik-Virus ist als ein Stamm des Pflaumenbandmosaik-Virus (plum line pattern) anzusehen. Als neue Wirtspflanzen dieses Virus konnten *Prunus spinosa* und *P. triloba* ermittelt werden. Das Pflaumenbandmosaik-Virus kommt bei uns auch auf Aprikose vor. Der latente Befall von Pflaumen mit dem Virus der Stecklenberger Krankheit der Sauerkirsche konnte durch Übertragung auf Vogelkirsche, Schattenmorelle und mechanische Abreibung auf Gurke nachgewiesen werden. Das Pflaumenbandmosaik-Virus war mechanisch nicht auf *Cucumis sativus* oder *Cucurbita pepo* übertragbar. Die Baumschulbestände sind zu etwa 3,5 % mit dem Bandmosaik-Virus verseucht. Die Ursachen dieser Verbreitung werden diskutiert und bereits durchgeführte Gegenmaßnahmen erwähnt.

Summary

Four isolates of the plum line-pattern virus, the peach line-pattern virus and one virus each from *Prunus spinosa* and *P. triloba* were transmitted to plum, peach, mazzard seedling, mazzard F 12/1, Shiro plum and Myrobalan plum. The results show, that the peach line-pattern virus is a strain of the line-pattern virus of plum. Furthermore the test on Shiro plum revealed, that it is identical with the "Yellow line-pattern, Myrobalan isolate" from POSNETTE and ELLENBERG (1957). *Prunus spinosa* and *P. triloba* proved to be new hosts of the line-pattern virus. The last named species was found to be infected with the yellow line-pattern strain mentioned above. Transmission tests to sour cherry and mazzard seedlings and mechanical inoculation of cucumber plants indicated the latent infection of plums with the virus of Stecklenberger Krankheit of sour cherries. Even though a latent ring spot virus contaminating the peach isolate of line-pattern virus could be transmitted mechanically to cucumber plants, the line-pattern virus proved to be not sap-transmissible to cucumber or squash plants.

In the nurseries plum rootstocks and varieties are infected up to 3,5 percent. By comparison of varieties' infection on Myrobalan rootstocks and seedling rootstocks, respectively, the suggestion was confirmed that the infection rate mentioned above is mainly due to the vegetatively propagated Myrobalan rootstock. Beside this some varieties are infected up to ten or more percent, indicating that budsticks in the nurseries are still taken from infected mother trees. During our indexing program virusfree mother trees for many plum varieties and virusfree mother plants from Myrobalan rootstocks have already been established.

Literaturverzeichnis

ARNAUD, G., et M. ARNAUD, 1936: Les maladies à virus des Rosacées amygdalées. R. a. sci. Paris **202**, 869—871.

BAUMANN, G., 1956: Die Stecklenberger Krankheit, eine bisher unbekannte Viruskrankheit der Sauerkirsche. T. Plantenziekten **62**, 51—56.

— —, 1958: Viruskrankheiten der Obstbäume. Berlin.

— —, und M. KLINKOWSKI, 1955: Ein Beitrag zur Analyse der Obstvirosen des mitteldeutschen Raumes. Phytopath. Z. **25**, 55—71.

CATION, D., 1941: The line pattern virosis of the genus *Prunus*. Phytopathology **31**, 1004—1010.

CHAMBERLAIN, E. E., J. D. ATKINSON and J. A. HUNTER, 1951: Plum mosaic, a virus disease of plums, peaches and apricots. New Zealand j. sci. techn. A, **33**, 1—16.

CHRISTOFF, A., 1938: Virus diseases of the genus *Prunus* in Bulgaria. Phytopath. Z. **11**, 360—442.

GILMER, R. M., 1956: Probable coidentity of Shiro line pattern virus and apple mosaic virus. Phytopathology **46**, 127—128.

— —, 1957: The behaviour of some stone fruit virus isolates in cucumber and a new differential cucurbit host for a stone fruit virus. Plant dis. rep. **41**, 11—16.

— —, 1958: Two viruses that induce mosaic of apple. Phytopathology **48**, 432—434.

Husz, B., und Z. Klement, 1950: A czonthéjas gyümölcsfák viruszos mosaikbetegsége. Külölenyomat az Agrártudományi Egyetem Kert- és Szölögazdaságtudomanyi Karának Evkönyvéböl, 83—94.

Katwijk, W. van, 1953: Virusziekten in de vruchtboomkwekerij. Versl. meded. dir. landbouw, Nr. 119.

Kirckpatrick, H. C., 1955: Infection of peach with apple mosaic virus. Phytopathology **45**, 292—293.

Krythe, J. M., 1953: Onderzoekingen over mozaik en bontbladigheid van perziken en pruimebomen. T. Plantenziekten **59**, 51—66.

Mallach, N., 1956: Viruskrankheiten und virusähnliche Erkrankungen des Kern- und Steinobstes. München.

— —, 1957: Auftreten und Verbreitung von Viruskrankheiten in zwei Obstbaugebieten Bayerns. Pflanzenschutz **9**, 8—12.

Posnette, A. F., and C. E. Ellenberg, 1957: The line-pattern virus disease of plums. Ann. appl. biol. **45**, 74—80.

Reinmuth, E., 1954: Bandchlorose an Pflaumen. Nachr.bl. dtsch. Pfl.schutzd., Berlin, n. F. **8**, 48—50.

Schuch, K., 1957: Viruskrankheiten der Aprikose. Gartenbauwissenschaft **23**, 82—86.

Willison, R. S., 1945: A line-pattern virosis of shiro plum. Phytopathology **35**, 991—1001.

Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Mykologie, Berlin-Dahlem

Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Cylindrocarpon* Wr.

II.

Cylindrocarpon Victoriae (P. Henn.) Wr.

Von

W. Gerlach

Mit 4 Abbildungen

Unter den heute bekannten Arten der Gattung *Cylindrocarpon* Wr. ist *C. Victoriae* (P. Henn.) Wr. der größte und ansehnlichste Vertreter. Diese anscheinend auf die tropischen Regionen beschränkte *Cylindrocarpon*-Art gehört nach Wollenweber (7) als Konidienstadium zu *Nectria Jungneri* P. Henn. (4, 5). Obwohl dieser Pilz in seiner Hauptfruchtform mehrfach in Afrika, Asien und Amerika beobachtet und unter einer ganzen Reihe von Namen beschrieben worden ist (Angaben über Synonymie von *Nectria Jungneri* siehe bei Wollenweber 7), ist anscheinend sein *Cylindrocarpon*-Stadium bisher nicht näher studiert worden. Auch Wollenweber hat anscheinend diesen Pilz in Reinkultur nicht ausreichend untersuchen können und sich bei der Diagnose offenbar weitgehend auf Herbarmaterial gestützt. In seiner „Fusaria autographice delineata" hat er unter den Nummern 66 und 537 einige *Cylindrocarpon*-Sporen dieses Pilzes zusammen mit der dazugehörigen *Nectria* abgebildet (6, 8). Die Nummer 66 beruht auf einem Fund von Winkler im Botanischen Garten von Victoria, Kamerun, von dem eine Probe mit der Bezeichnung „*Fusarium Victoriae* P. Henn." für das Konidienstadium im Herbarium des Botanischen Museums Berlin-Dahlem hinterlegt wurde. Unter der Nummer 537 ist eine von J. R. Jungner ebenfalls in Kamerun gesammelte Probe wiedergegeben. Der von Hennings in herb. vorgeschlagene Name „*Fusarium Victoriae*" ist meines Wissens niemals gültig in die Literatur eingegangen. Trotzdem hat Wollenweber den Artnamen beibehalten, als er den Pilz 1929 in die Gattung *Cylindrocarpon* überführte und mit einer kurzen Diagnose versah (7). Es erscheint daher gerechtfertigt, für das Konidienstadium von *Nectria Jungneri* P. Henn. den Namen beizubehalten:

Cylindrocarpon Victoriae (P. Henn.) Wr. (Ztschr. Parasitenkunde 1, 1929, 161)

Syn. *Fusarium Victoriae* P. Hennings (in herb. musei bot. Berolini)
F. mauroi Averna-Saccá (Rev. Agric., Brasilien, 8, 1933, 93—101)

Im August 1958 wurden nun an das Institut für Mykologie der Biologischen Bundesanstalt faulende Früchte von Kakao (*Theobroma cacao*) übersandt, die aus Guatemala stammten[1]). Neben zahlreichen anderen Pilzen waren auf den Kakaofrüchten üppige Sporenlager von *C. Victoriae* vorhanden, so daß im Rahmen von Untersuchungen über die Gattung *Cylindrocarpon*, die vor einigen Jahren im Anschluß an frühere Untersuchungen von Wollenweber im hiesigen Institut wieder aufgenommen worden waren (3), an Hand der Einsendung aus Guatemala auch diese *Cylindrocarpon*-Art eingehend studiert werden konnte.

Der Pilz wurde auf dem Wege über das Kochsche Plattengußverfahren aus Natursporodochien als Einsporkultur isoliert und auf einer Reihe von Nährböden durchkultiviert. Eine solche Nährboden-Serie bestand aus 6 Substraten, nämlich: Bierwürzeagar, Möhrendekoktagar, Hafermehlagar, Gerstenähre, Luzernestengel und Reisbrei. (Die Zusammensetzung der Nährböden ist bei Gerlach 2 angegeben). Die beimpften Reagenzröhrchen oder Petrischalen wurden bei Zimmertemperaturen (18 bis 25 °C) und Tageslicht — ohne direkte Sonneneinstrahlung — gehalten. Unter diesen Bedingungen wuchs *C. Victoriae* sehr willig und fruktifizierte bereits nach etwa 10 Tagen außerordentlich üppig. Die auf dem Natursubstrat und in Reinkultur beobachteten morphologischen Merkmale dieser *Cylindrocarpon*-Art sollen im folgenden ausführlich beschrieben und abgebildet werden. Dabei wird die Diagnose dieses Pilzes zu erweitern sein, zumal die Untersuchungen zeigten, daß neben den typischen *Cylindrocarpon*-Makrokonidien auch regelmäßig Mikrokonidien vorkommen, die bisher anscheinend noch nicht beobachtet worden sind.

Luftmyzel

wird auf dem Natursubstrat und in Kultur nur spärlich gebildet. Es ist zart, haarig, weiß bis bernsteinfarbig oder auf einigen Nährböden (Würze- und Hafermehlagar) auch bräunlich und wächst in der Regel auf den Substraten recht flach.

Sporenlager

entstehen sehr reichlich und üppig. Auf dem Naturmaterial waren an einigen Stellen mehrere Millimeter große honig-bernsteinfarbige oder — anscheinend ältere — kastanien-rotbraune, schleimige Sporodochien vorhanden. In Kultur werden sie als anfangs flache, pionnotale Lager gebildet, die bald zu rundlichen, keuligen, säulchenartigen oder auch zungenartig aufspaltenden, bis 5 mm hohen Sporenlagern anwachsen (Abb. 1). Oft bedecken diese unwahrscheinlich üppigen Sporenmassen in der Mitte einer Plattenkultur oder um das Impfstück herum eine Fläche von 10 mm im Quadrat oder mehr. Am Anfang

[1]) Herrn Dr. Röder (Schering AG, Berlin) sei an dieser Stelle für die Übersendung des Materials vielmals gedankt.

sind sie creme- oder sandfarbig, werden dann bernstein-, karamel- oder ockerfarbig und sind im Alter meist noch dunkler gefärbt.

Sporen

werden endständig an unregelmäßig verzweigten, farblosen Traghyphen gebildet, die in den Lagern zu einem dichten Geflecht verbunden sind (Abb. 2). Es kommen Mikro- und Makrokonidien vor, die ebenfalls farblos sind.

Die Mikrokonidien treten zwar regelmäßig, jedoch nur in geringer Zahl auf. Die Art ihrer Entstehung konnte nicht mit Sicherheit beobachtet werden. Offenbar sind sie einzeln zwischen die Makrokonidien eingestreut. Sie sind meist länglich oval, oft einseitig zugespitzt; gelegentlich kommen auch kräftigere eiförmige vor. Auf Würzeagar sind sie im Durchschnitt wesentlich dicker als auf anderen Substraten (vgl. Tabelle 1). Sie gehören auf alle Fälle in den Entwicklungsgang von *C. Victoriae*, da sie in Reinkulturen immer wieder zu finden sind. Dies wurde an Hand von Subkulturen nachgewiesen, die mit Sicherheit nur auf eine einzige Makrokonidie zurückgingen.

Abb. 1. *Cylindrocarpon Victoriae.* Sporodochien einer 8 Wochen alten Kultur auf Würzeagar-Platte (Lupenvergrößerung). Foto: BBA Berlin-Dahlem

Die Makrokonidien werden einzeln von den Enden der Traghyphen abgeschnürt. Sie sind mehr oder weniger stark gekrümmt, nach unten zu in der Regel etwas schlanker und am Grunde meist abgeflacht. Es überwiegen zylindrische, etwas ungleichseitig gekrümmte Sporentypen, doch neigen besonders kurze, gedrungene Sporen gelegentlich zu keuligen Formen. In einheitlichen, gut entwickelten Sporenproben ist die Mehrzahl der Konidien 5-, (6-) bis 7-septiert, vereinzelt treten aber auch subentwickelte 1- bis 4-septierte oder höher (8-, 9- bis 11-) septierte Sporen auf.

Die Septierungsverhältnisse und die Sporengrößen weichen auf den verschiedenen Nährböden beträchtlich voneinander ab. Besonders hoch septierte und gut entwickelte Sporenproben werden von Hafermehl-, Möhrendekokt- und Würzeagar sowie von Luzernestengel erhalten, während Proben von Gerstenähre, Reisbrei und vom Natursubstrat weniger einheitlich sind. Einen Überblick über die Konidiengrößen und die Septierungsverhältnisse von *C. Victoriae* auf verschiedenen Nährmedien gibt Tabelle 1.

Tabelle 1

Konidiengrößen von *Cylindrocarpon Victoriae*
(in Mikron)
auf verschiedenen Nährböden

Substrat	Septenzahl	Anzahl der gemessen. Sporen	Durchschnitt		Absolute Schwankung		Sept.-Anteil
			Länge	Dicke	Länge	Dicke	
Naturprobe a)	5	50	65,5 × 8,8		58— 75 × 8,0—10,3		
b)	5	50	74,5 × 9,7		62— 89 × 8,3—11,0		12 %
	6	50	81,3 × 10,0		71— 91 × 8,8—11,2		45 %
	7	50	83,3 × 10,0		73— 94 × 9,4—11,0		43 %
Bierwürze-Agar	0	50	7,4 × 3,8		6— 11 × 2,4— 5,6		selten
	5	50	84,9 × 10,0		70—100 × 9,4—10,7		5 %
	6	50	87,5 × 10,3		71—101 × 9,6—11,0		60 %
	7	50	92,6 × 10,4		82—107 × 9,5—12,0		35 %
Möhrendekokt-Agar	5	50	83,2 × 9,6		68— 97 × 9,0—10,5		3 %
	6	50	92,9 × 9,9		80—106 × 9,0—10,8		17 %
	7	50	96,1 × 10,3		78—109 × 9,6—11,7		78 %
	8	20	99,2 × 10,8		87—106 × 9,8—11,8		2 %
Hafermehl-Agar	0	50	7,3 × 2,5		5— 12 × 2,2— 3,5		selten
	5	50	89,5 × 9,5		64—102 × 8,8—11,0		17 %
	6	50	93,5 × 9,8		86—108 × 9,2—11,0		43 %
	7	50	100,5 × 10,1		78—118 × 9,3—11,2		39 %
	8	20	101,7 × 10,0		91—110 × 9,5—10,8		1 %
	9	5	98,0 × 9,9		94—101 × 9,6—10,3		selten
	11	1	135,0 × 12,2				
Gerstenähre	0	50	7,1 × 2,5		5— 13 × 2,1— 3,5		selten
	5	50	71,0 × 9,6		57— 90 × 9,0—11,3		12 %
	6	50	78,2 × 10,0		63— 94 × 9,4—11,0		33 %
	7	50	88,7 × 10,2		78—102 × 9,3—11,0		55 %
Luzernestengel	0	50	7,0 × 2,6		5— 11 × 2,0— 3,2		selten
	5	50	70,1 × 9,5		55— 92 × 9,0—10,5		14 %
	6	50	79,0 × 10,1		68— 94 × 9,5—11,0		34 %
	7	50	92,7 × 10,4		74—104 × 9,6—11,0		52 %
	8	10	92,5 × 10,3		88—100 × 9,8—10,8		selten
Reisbrei	5	50	75,4 × 10,2		66— 86 × 9,2—11,0		20 %
	6	50	79,4 × 10,0		68— 90 × 9,1—10,8		30 %
	7	50	83,7 × 10,0		75— 90 × 9,3—10,8		49 %
	8	10	92,7 × 9,9		87—103 × 9,8—10,1		1 %

Die in Tabelle 2 zusammengefaßten Werte von allen sechs Kultursubstraten und von den Naturproben zeigen, daß die bei der Kakaoherkunft

aus Guatemala gefundenen sporologischen Verhältnisse gut mit den in der Diagnose von WOLLENWEBER (7) angegebenen Werten übereinstimmen.

Tabelle 2

Konidiengrößen von *Cylindrocarpon Victoriae*

Zusammenfassung aller Messungen

Septenzahl	Gemessene Sporen	Durchschnitt		Absolute Schwankung	
		Länge	Dicke	Länge	Dicke
0	200	7,2 × 2,8		5— 13 × 2,0— 5,6	
5	400	76,8 × 9,6		55—102 × 8,0—11,3	
6	350	84,5 × 10,0		63—108 × 8,8—11,2	
7	350	91,2 × 10,2		73—118 × 9,3—12,0	
8	60	97,8 × 10,3		87—110 × 9,5—11,8	
9	5	98,0 × 9,9		94—101 × 9,6—10,3	
11	1	135,0 × 12,2			

Abb. 2. *Cylindrocarpon Victoriae*. Sporenträger aus einer 7 Wochen alten Kultur auf Luzernestengel (500 : 1). Foto: BBA Berlin-Dahlem

Chlamydosporen

werden weder im Myzel noch in Konidien gebildet. *C. Victoriae* ist daher als ein typischer Vertreter der *Cylindrocarpon*-Sektion *Ditissima* Wr. (7) anzusprechen, die nicht-chlamydosporenbildende *Cylindrocarpon*-Arten umfaßt.

Abb. 3. *Cylindrocarpon Victoriae*. Typische Makrokonidien aus einer 7 Wochen alten Kultur auf Hafermehlagar (500 : 1). Foto: BBA Berlin-Dahlem

Sklerotien

kommen bei *C. Victoriae* nicht vor.

Färbungen

des Substrates treten bei Würze- und Hafermehlagar auf, die sich kräftig karamel-, ocker- bis dunkelbraun färben. Auch das Luftmyzel nimmt in der Regel auf diesen Substraten die genannten Farbtöne an.

Geruch

wurde im Verlauf der Untersuchungen bei *C. Victoriae* nicht festgestellt.

Cylindrocarpon Victoriae (P. Henn.) Wr. ist in seiner Hauptfruchtform an einer ganzen Reihe tropischer Gehölze gefunden worden, mehrfach auch an *Theobroma cacao*. Eine Übersicht über den Wirtspflanzenkreis von *Nectria Jungneri* findet sich bei Wollenweber (7). Das von Averna-Saccá (1) 1933 beschriebene *Fusarium mauroi*, das nach Wollenweber und Reinking (9, S. 328) mit *C. Victoriae* identisch sein soll, wurde auf Älchen in Brasilien beobachtet. Phytopathologisch dürfte dieser Pilz jedoch kaum Bedeutung haben.

Dem hier beschriebenen *C. Victoriae* steht *C. suballantoideum* Wr. (ap. Bugnicourt 1 a) unter den heute bekannten *Cylindrocarpon*-Arten am nächsten. Durch die wesentlich dickeren Makrokonidien — im Durchschnitt etwa 10 μ — dürfte es jedoch von *C. suballantoideum* mit etwa 8 μ dicken Ko-

nidien hinreichend verschieden sein. Zu *C. suballantoideum*, das auch vereinzelt Mikrokonidien bildet, gehört nach BUGNICOURT (1 a) *Nectria cinereo-papillata* P. Henn. et Nym. als Hauptfruchtform. Diese *Nectria* ist wiederum der *N. Jungneri* P. Henn. sehr ähnlich, so daß es vielleicht vertretbar wäre, *Nectria cinereo-papillata* und *Cylindrocarpon suballantoideum* nicht mehr als selbständige Arten zu führen, sondern sie als Varietäten zu *N. Jungneri* bzw. *C. Victoriae* zu stellen.

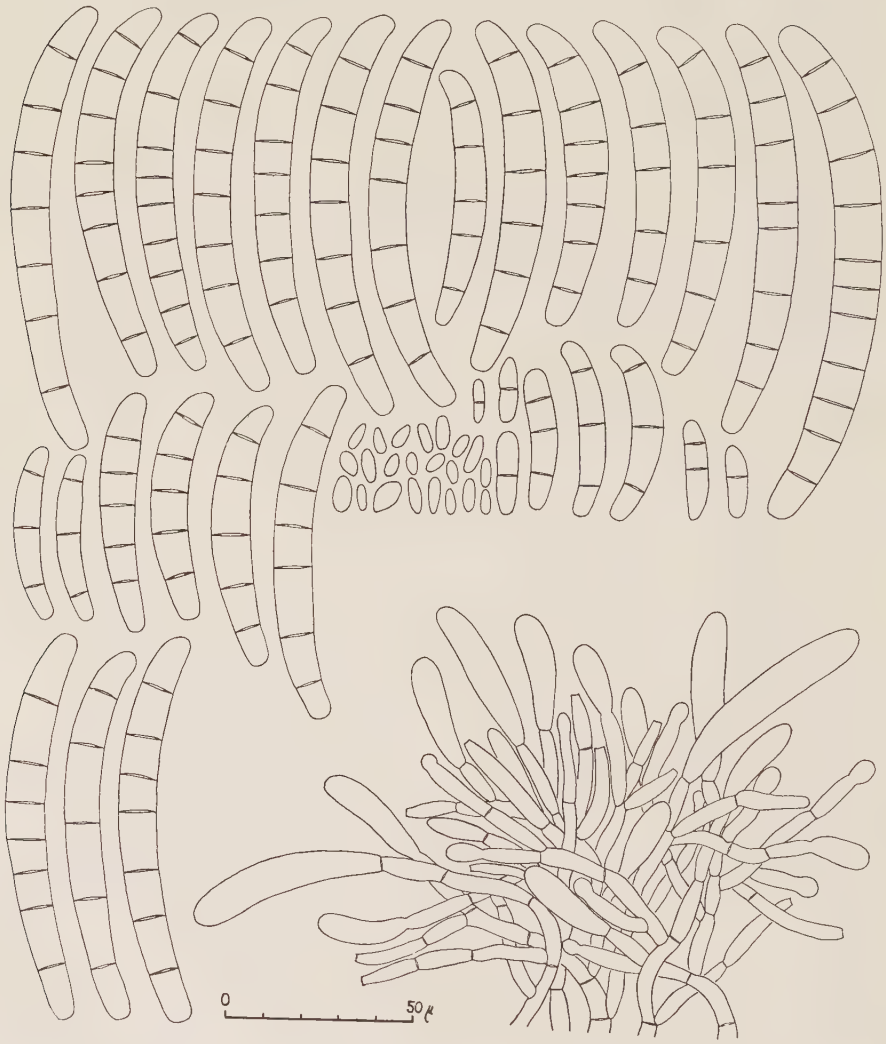


Abb. 4. *Cylindrocarpon Victoriae*. Sporenträger, Mikro- und Makrokonidien (500 : 1)

Die in dieser Arbeit beschriebene Probe von *Cylindrocarpon Victoriae* (P. Henn.) Wr. wurde im Herbarium der Biologischen Bundesanstalt in Ber-

lin-Dahlem hinterlegt. Sie wird in der Reinkulturen-Sammlung des Institutes für Mykologie unter der Nummer 8695 geführt.

Für die Anfertigung der fotografischen Abbildungen bin ich Herrn E. Schälow, Biologische Bundesanstalt, zu besonderem Dank verpflichtet.

Zusammenfassung

Auf faulenden Kakaofrüchten aus Guatemala wurde *Cylindrocarpon Victoriae* (P. Henn.) Wr. gefunden. Der Pilz wurde isoliert und im Rahmen von Untersuchungen über die Gattung *Cylindrocarpon* Wr. an Hand von Reinkulturen eingehend studiert.

Die morphologischen Merkmale dieser *Cylindrocarpon*-Art werden ausführlich beschrieben und durch umfangreiche Messungen belegt. Die beobachteten Verhältnisse stimmen weitgehend mit der Diagnose von Wollenweber überein, bis auf das Vorkommen von Mikrokonidien, die bisher bei diesem Pilz anscheinend übersehen worden sind.

Abschließend werden die verwandtschaftlichen Beziehungen von *C. Victoriae* zu dem morphologisch sehr nahe stehenden *C. suballantoideum* Wr. kurz erörtert.

Summary

Cylindrocarpon victoriae (P. Henn.) Wr. was found on rotting fruits of cocoa. The fungus was isolated and studied in detail on the basis of pure cultures, as part of investigations of the genus *Cylindrocarpon* Wr.

The morphological characters of this species of *Cylindrocarpon* are described fully and illustrated by extensive measurements. The relationships observed agree to a large extent with the diagnosis of Wollenweber, apart from the occurrence of microconidia, which seem to have been overlooked up to now in this fungus.

Finally the relationships of *C. victoriae* to *C. suballantoideum*, to which it is very close morphologically, are discussed briefly.

Literaturverzeichnis

1. Averna-Saccá, R., 1933: Um entomophago cryptogamico do *Caconema radicicola* (Greef) Cobb (*Fusarium mauroi* n. sp.). Rev. Agric., Brasilien, **8**, 93—101.

1a. Bugnicourt, F., 1939: Les *Fusarium* et *Cylindrocarpon* de l'Indochine. Encycl. mycol., Paris, **11**, 174.

2. Gerlach, W., 1954: Untersuchungen über die Welkekrankheit des Alpenveilchens. Phytopath. Z. **22**, 125—176.

3. — —, 1956: Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Cylindrocarpon* Wr. I. *Cylindrocarpon radicicola* als Krankheitserreger an Alpenveilchen. Phytopath. Z. **26**, 161—170.

4. Hennings, P., 1895: Fungi camerun. I, in Engl. Jahrb. **22**, 75.

5. Saccardo, P. A., 1899: Sylloge Fungorum **14**, 630.

6. Wollenweber, H. W., 1917: *Fusaria* autographice delineata. Ann. mycol. **15**, 1—56. Berlin, 1926—1935, 1200 Tafeln.

7. — —, 1929: Über Fruchtformen der krebserregenden *Nectriaceen*. Z. Parasitenk. **1**, 138—173.

8. — —, 1931: *Fusarium*-Monographie. Fungi parasitici et saprophytici. Z. Parasitenk. **3**, 269—516.

9. — —, und O. A. Reinking, 1935: Die Fusarien. Verl. Paul Parey, Berlin.

Aus dem Institut für Pflanzenschutz
der landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim

Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher

Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung von *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger[1])

Von

S. Dietrich

Mit 6 Abbildungen

Einleitung

Auf Grund der an der Wirtspflanze verursachten, auffälligen Krankheitssymptome, die in den Maisbaugebieten häufig empfindliche Ertragsverluste verursachen, war *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger schon frühzeitig Gegenstand eingehender Untersuchungen. Die grundlegenden Arbeiten Brefelds (1883 und 1895) und die darauf aufbauenden, hauptsächlich von amerikanischer Seite durchgeführten Untersuchungen hinterließen ein fast vollständiges Bild vom Lebenszyklus des Maisbranderregers. Ohne auf die recht komplizierten genetischen Verhältnisse eingehen zu wollen, sei der Kreislauf des Parasiten kurz beschrieben:

Die Brandbeulen, die an allen Organen der Maispflanze auftreten können, entlassen die Brand- und Chlamydosporen des Pilzes, die vom Winde verweht, vom Regen zu Boden gewaschen oder als ganze Brandbeule zu Boden fallen können. Sie sind in der Lage, bei den benachbarten Maispflanzen eine sofortige Neuinfektion hervorzurufen, die wiederum die Ausbildung einer Brandbeule zur Folge hat, aber nur dann, wenn die Infektion an meristematischem Gewebe zustande kam (Walter 1934). Andererseits können die z. B. auf den Boden gefallenen Sporen auch dort überwintern und im nächsten Frühjahr Maispflanzen infizieren. Auf fast allen künstlichen Nährböden können sie sofort auskeimen und durch hefeartige Sprossung innerhalb kurzer Zeit große Massen von Basidiosporen produzieren, mit denen Brefeld (1895) in fast allen Wuchsstadien der Wirtspflanze Infektion mit Beulenbildung erzielte, jedoch nur an meristematischem Gewebe. Frische, einer Brandbeule entnommene Chlamydosporen keimten, im Gegensatz zu den Basidiosporen, weder im Wasser, noch riefen sie, in Wasser suspendiert, Infektionen hervor. Diese Ergebnisse veranlaßten Brefeld zu folgender Annahme: Werden die Chlamydosporen in der Natur aus der Brandbeule frei und gelangen auf den Boden oder auf sonst ein geeignetes, natürliches Nährsubstrat, so keimen sie dort aus, produzieren wie auf

[1]) Auszug aus der gleichnamigen Dissertation Landw. Hochschule Hohenheim 1955.

künstlichem Substrat große Mengen von Basidiosporen, welche, durch Wind oder Regen auf die Maispflanze befördert, die eigentlichen Krankheitserreger sind.

WALTER (1934) wies nach, daß auch die Chlamydosporen selbst zur Infektion befähigt sind, indem sie einen Infektionsschlauch in das Blattgewebe treiben können. Ungenügend geklärt blieb bis heute das Verhalten der Chlamydosporen im Boden und besonders die Frage, ob die Chlamydosporen selbst oder deren Basidiosporen die Infektion hervorrufen. Die eigenen Versuche sollten zu ihrer Klärung beitragen.

Mit der Anwendung neuerer Infektionsmethoden (Hypodermalinjektion von Basidiosporensuspensionen) gelang es, die Wirtspflanze in jedem Wuchsstadium zu infizieren, wenn noch meristematisches Gewebe vorhanden war. Hingegen blieb der Infektionsvorgang, vor allem der Zeitpunkt der Infektion bei unverletzten Pflanzen in der Natur, unbekannt. Die Frage nach dem Zustandekommen besonders der Erstinfektion sowie der späteren oder Sekundärinfektionen im Laufe der Vegetationsperiode war daher Gegenstand eigener Untersuchungen.

Die Aufspaltung in physiologische Rassen ist für den Maisbranderreger erwiesen (CHRISTENSEN und STAKMAN 1926, STAKMAN und CHRISTENSEN 1927, STAKMAN und Mitarbeiter 1929, 1935). Über die unterschiedliche Pathogenität von Maisbrandsporen verschiedener Herkünfte wurde ebenfalls von amerikanischer Seite berichtet. Für unsere Verhältnisse liegen derartige Untersuchungen noch nicht vor, weshalb deren Durchführung von Interesse war (Seite 310).

Die besonderen Schwierigkeiten in der direkten Bekämpfung des Maisbrandes ließen die amerikanischen Forscher den Weg über die Resistenzzüchtung einschlagen. Die im Laufe dieser Untersuchungen festgestellte sehr unterschiedliche Anfälligkeit von Maissorten gegenüber *Ustilago zeae* gab Veranlassung, diese Verhältnisse an einigen bei uns angebauten Maissorten zu untersuchen (Seite 313).

Da ein chemisches Bekämpfungsverfahren bisher nicht bekannt ist, wurde der Hauptteil vorliegender Arbeit der Ausarbeitung einer Bekämpfungsmöglichkeit des Maisbrandes durch Bodenbehandlung gewidmet (S. 316).

A. UNTERSUCHUNGEN ZUR BIOLOGIE VON *USTILAGO ZEAE* (BECKM.) UNGER

1. Untersuchungen zur Biologie der Keimung

Über das Verhalten der Maisbrandsporen im Boden liegen nur wenige Beobachtungen vor. Versuche von JONES (1923), Sporen auf verschiedenen Boden-Düngermischungen zur Keimung zu bringen, waren unbefriedigend. KERNKAMP (1942) berichtet, daß die Basidiosporenbildung einsporidialer Kulturen durch Bodenauszüge gehemmt wurde, weshalb er eine Verbreitung des Pilzes durch Basidiosporen vom Boden aus — Luftkonidien ausgenommen — für unwahrscheinlich hielt. KORNFELD (1937) stellte nach 16 Wochen etwa 5 % ausgekeimte Maisbrandsporen in Komposterde fest. In allen untersuchten organischen Düngerformen wurde nach der gleichen Zeitspanne der Keimprozentsatz von 33 (in Jauche) nicht überschritten. Selbst in Pferdemist (mit Maisbrandsporen vermischt, ein häufig an-

gewandtes Infizienz bei Freilandinfektionsversuchen) keimten die Brandsporen nur zögernd aus und hatten nach 4 Monaten nur einen Hundertsatz von 20 erreicht. Keine Feststellung wird hierbei über den Verbleib der Promyzelien der ausgekeimten Sporen getroffen, was wiederum für die Übertragungsmöglichkeit der Krankheit bedeutsam gewesen wäre.

Diese Versuche zeigen eine nur geringe Keimfreudigkeit der Maisbrandsporen unter den angeführten Bedingungen und stehen nicht im Einklang mit der Anschauung Brefelds von der ausschließlichen Übertragung des Maisbrandes durch Basidiosporen vom Boden aus.

a) Die Sporenkeimung im Boden unter verschiedenen Umweltbedingungen

Im Laufe der eigenen Untersuchungen wurden folgende Versuche angelegt:

1. Fünf verschiedene Böden, vom leichten Sand- bis zum schweren Lehmboden, wurden in Blumentöpfe eingefüllt, mit Wasser gesättigt und anschließend Brandsporen (Herkunft Ruchheim/Pfalz 1953) aufgestäubt. Durch leichtes Besprühen mit Wasser wurden die Böden immer feucht gehalten und bei 21 °C Durchschnittstemperatur im Gewächshause aufgestellt. In 8tägigen Intervallen wurden die Sporen mikroskopisch auf Keimung untersucht.

Ergebnis: Auch nach 4 Wochen war keine Keimung festzustellen. Ein im gleichen Raum aufgestelltes Gefäß mit einer Sporensuspension in Leitungswasser enthielt schon nach 72 Std. 3 % ausgekeimte Sporen. Auch nachdem die Böden 8 Tage in einem Vegetationsraum untergebracht waren, der 27 °C und 90—95 % rel. Luftfeuchtigkeit gewährleistete, war keine Sporenkeimung festzustellen.

2. Brandsporen der Herkunft Hohenheim 1952 wurden mit Lehmboden gemischt, dem gestaffelte Gaben getrockneten Schweinemistes zugesetzt worden waren. Der lufttrockene Lehmboden wurde dann auf 10, 20, 30, 60, 80 und 100 % seiner maximalen Wasserkapazität gebracht. Petrischalen dienten als Gefäße und wurden bei 26 °C und 65 % rel. Luftfeuchtigkeit offen in den Brutschrank gestellt. Die Versuchsdauer betrug 4 Tage.

Ergebnis: Weder bei den Schalen mit Schweinemist noch bei den Kontrollen ohne Zusatz war eine Sporenkeimung nachzuweisen. In Wasser suspendierte Sporen keimten unter den nämlichen Temperaturbedingungen innerhalb 30 Std. zu 5 % aus.

3. Ebenso erfolglos verlief ein ähnlicher Versuch mit dem gleichen Boden ohne Mistzusatz, wobei der oben angegebene, unterschiedliche Wassergehalt durch Zugabe von rohem, verdünntem Maispflanzensaft erreicht wurde, der sonst ein optimales Keimsubstrat darstellte. Dies zeigte der hohe Keimprozentsatz von 92 nach 20 Std. der in dieser Lösung suspendierten Sporen.

4. Bei den später noch zu besprechenden Bodenbehandlungsversuchen lagen die Sporen meist 3 Wochen und länger im feuchten Erdreich ohne zu keimen, um dann nach Reisolation aus dem Boden und Übertragung auf Nährsubstrat spontan mit der Keimung einzusetzen.

5. Auch bei der Anzucht von Maispflanzen in vollkommen mit Brandsporen verseuchtem Boden war in keinem Falle eine Sporenkeimung, bei für

das Pflanzenwachstum optimalen Temperaturen, festzustellen. Eine keimungsauslösende Wirkung von Wurzelausscheidungen der Maispflanzen wäre denkbar gewesen.

6. Brandsporen verschiedener Herkünfte, die im Freiland in verschiedenen Böden den natürlichen Witterungsbedingungen ausgesetzt waren, zeigten ebenfalls bis auf die im folgenden zu besprechende Ausnahme keine Keimung.

7. Am 28. Mai 1953 wurden auf 1 m² reinen Sandboden Brandsporen (Herkunft Ruchheim/Pfalz 1952) ausgebracht und leicht eingearbeitet. Der Boden wurde immer feucht gehalten, war aber tagsüber der scharfen Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Während die Lufttemperatur im Mittel 14,2 °C betrug (berechnet aus den Tagesmitteln vom 28. Mai bis 12. Juni 1953), lag die Bodentemperatur wesentlich höher und zeigte Tagesschwankungen von 14 bis 32 °C an der Oberfläche. Bei der mikroskopischen Untersuchung einer Bodensuspension am 12. Juni 1953 waren unverkennbar einige gekeimte Brandsporen mit voll ausgebildetem Promyzel zu finden. Der Prozentsatz gekeimter Sporen lag aber weit unter 1. Diese Keimung auf wassergesättigtem, reinem Sandboden ist fast einer Keimung in Wasser gleichzusetzen.

8. Eine geringe Sporenkeimung wurde auch bei folgender Versuchsanstellung im Laboratorium beobachtet: Brandsporen (Herkunft Hohenheim 1952) wurden mit lufttrockener Komposterde (pH-Wert 7,2) gemischt und in Petrischalen gefüllt, welche offen in mit Vaseline und Glasplatten luftdicht abgeschlossene Neubauerschalen gestellt wurden, die etwas Wasser enthielten. Es war zu erwarten, daß sich über der lufttrockenen Erde eine rel. Luftfeuchtigkeit von annähernd 100 % einstellen würde. Das 14tägige Temperaturmittel betrug 19 °C. Nach dieser Zeit wurden die Sporen aus dem Boden durch Aufschwemmung zurückgewonnen und mit einer Fixativspritze auf Maisdekokt-Agar gesprüht. Die damit belegten Objektträger wurden nach dem Besprühen in feuchte Kammern (Petrischalen) gelegt und bei 26 °C bebrütet.

Ergebnis: Nach 20 Std. zeigten sich auf dem Substrat 80 % gekeimte Brandsporen und außerdem strahlenförmig gesproßte Basidiosporenketten, die keinen Zusammenhang mit einer Brandspore hatten. Es war kein Zweifel, daß es sich hierbei um Promyzelbruchstücke und Basidiosporen handelte, welche von den im Boden ausgekeimten Chlamydosporen stammten, und die auf Nährsubstrat sofort mit der bekannten Sprossung eingesetzt hatten. Der Keimprozentsatz der Sporen im Boden war mit Hilfe der Sproßketten, von denen mehrere zu einer Brandspore gehören konnten, nicht genau zu bestimmen, doch dürfte er nicht mehr als 3 % betragen haben. Dieser Versuch beleuchtet bei Gegenüberstellung mit obiger Versuchsreihe die Tatsache recht eindeutig, daß neben anderen Faktoren nicht die absolute Feuchtigkeit, sondern nur die rel. Dampfspannung die Keimung auch dieses Organismus bestimmt (H. WALTER 1947).

In Übereinstimmung mit den angeführten Autoren geht auch aus diesen Versuchsergebnissen hervor, daß der Boden unter normalen Verhältnissen

keinesfalls als ein geeignetes Keimsubstrat für Maisbrandsporen oder gar als Medium für ein saprophytisches Wachstum des Pilzes anzusprechen ist. Daraus ist zu folgern, daß die Chlamydosporen selbst als Überträger der Krankheit vom Boden auf die Wirtspflanze anzusehen sind, eine Annahme, die in den folgenden Untersuchungen geprüft wurde.

b) Die Sporenkeimung auf künstlichen Substraten und auf der Wirtspflanze

Bringt man Sporen, die im Boden keinerlei Keimung zeigten oder die derselben Brandbeule entnommen wurden, auf Nährsubstrat, z. B. Biomalz-Pepton-Agar (4, 0,5, 1,5 %), so keimen sie innerhalb von 20 Stunden häufig bis zu 100 % aus, und die am Keimschlauch oder an der Basidie gebildeten Basidiosporen setzen unmittelbar mit der schon erwähnten hefeartigen Sprossung ein.

Die Chlamydosporen des Maisbrandes zeigen die verschiedensten Keimtypen, wobei das klassische vierzellige Promyzel keinesfalls vorherrscht. Kernkamp (1941) machte die gleiche Feststellung und bildete 25 verschiedene, nach seiner Ansicht genetisch bedingte Keimtypen ab. Auch Chilton (1938) beschreibt solche von ihm als Anomalien bezeichnete Keimtypen.

Die bei den zahlreichen eigenen Keimversuchen auf verschiedenen Nährsubstraten gemachten Beobachtungen zeigen, daß Art und Weise der Chlamydosporenkeimung durch das jeweilige Substrat stark modifizierbar ist und den genetischen Ursprung eines Keimtypus in Frage stellt. So keimten Chlamydosporen der Herkunft Hohenheim 1952 auf Biomalz-Pepton-Agar zum größten Teil mit normaler, mehrzelliger Basidie aus, an der wiederum Basidiosporen sproßten. Sporen der gleichen Herkunft zeigten auf rohem, verdünntem Maispflanzensaft-Agar aber vielfach unseptierte Keimschläuche an Stelle der Basidie, oder aus der Basidie trieb statt einer Basidiospore ein dünner Keimschlauch aus. Auch die Ausbildung einer Basidie an einem Pol der Spore und eines unseptierten Keimschlauches am Gegenpol, wie dies auch Chilton (1938) abgebildet hat, war keine Seltenheit. In einem Falle, der jedoch nur an der lebenden Wirtspflanze reproduziert werden konnte, keimten die Sporen der Herkunft Hohenheim 1952 auf rohem, verdünntem Maispflanzensaft-Agar ausnahmslos mit dünnen, unseptierten Keimschläuchen von 60 bis 100 μ Länge aus, die schließlich an ihrer Spitze Luftkonidien abschnürten.

Sehr eindrucksvoll zeigte sich auch die Modifizierbarkeit der Keimung von Chlamydosporen der Herkunft Freiburg 1953. Wurden sie auf Biomalz-Pepton-Agar aufgebracht, so bildeten sie im Laufe der Keimung ein normales Promyzel. Sporen der gleichen Herkunft keimten aber nach Injektion in 3 Wochen alte Maispflanzen ausnahmslos mit einem unseptierten Keimschlauch aus, der, stellenweise gut sichtbar, die Zellen durchwucherte. Auch auf der Blattoberfläche oder im Guttationswasser der Blattüte einer Maispflanze keimten die Sporen zum großen Teil in dieser Weise aus. Daß wir es bei diesen „Infektionshyphen" (Walter 1934) der Chlamydosporen ledig-

lich mit umgeformten Basidien zu tun haben, zeigt nachfolgende Versuchsanstellung: Ein Teil dieser mit unseptiertem Keimschlauch ausgekeimten Chlamydosporen wurde mit einer Präpariernadel der Pflanze entnommen und in einen Wassertropfen unter ein Deckglas gebracht. Mehrere Sporen waren markiert worden, und schon nach 11 Stunden bei 27 °C hatten sich die zuvor unseptierten Infektionshyphen in normale, nun septierte Basidien verwandelt, die bereits Basidiosporen gebildet hatten und in den folgenden Stunden starke Sprossung zeigten. Diese Sprossung setzte sich unter Bildung der reichverzweigten Luftkonidienketten, wie sie schon BREFELD (1883) über Nährlösung beschrieb, sogar über den Rand der Deckgläser hinaus fort. Da praktisch nur Wasser als Nährsubstrat diente, war diese ungeheuere Vermehrung der Basidiosporen keinesfalls zu erwarten. Dies läßt vielleicht auf Stoffe in der Wirtspflanze schließen, welche die Sporen aktiviert haben.

Aus diesen Beobachtungen kann gefolgert werden, daß die Form der Chlamydosporenkeimung substratabhängig ist und von außen durch noch unbekannte Stoffe gesteuert wird. Der reine Basidiencharakter der sogenannten „Infektionshyphen" der Chlamydosporen des Maisbranderregers wurde nachgewiesen.

2. Untersuchungen zur Infektionsweise von *Ustilago zeae*

Vergleichen wir die sehr geringe Keimbereitschaft von Maisbrandsporen im Boden mit der hohen auf künstlichem Substrat und auf der Wirtspflanze, so erscheinen, wie bereits erwähnt, die Chlamydosporen selbst als die eigentlichen Krankheitsüberträger.

a) Das Zustandekommen der Erstinfektion im Frühjahr

Im Hinblick auf das Problem des Zustandekommens der Erstinfektion im Frühjahr erheben sich folgende Fragen:

a) Werden junge Maispflanzen befallen, und in welchem Wuchsstadium kann der erste Brandbefall festgestellt werden?

b) In welchem Wuchsstadium der Pflanze erfolgt die Erstinfektion?

Zu a): Beobachtungen von befallenen Jungpflanzen im Freiland sind spärlich (BREFELD 1905, IMMER und CHRISTENSEN 1928), und sehr verbreitet ist noch die von ROEMER, FUCHS und ISENBECK (1938) geäußerte Ansicht: „Weder junge Keimlinge noch alte Pflanzen werden unter natürlichen Bedingungen vom Pilz befallen."

Bei den eigenen Feldversuchen 1953 und 1954 trat zwar ebenfalls der Hauptbefall im Rispen- und Kolbenstadium der Pflanzen auf, doch waren auch befallene Jungpflanzen bei 20 bis 40 cm Wuchshöhe relativ häufig festzustellen (etwa 1 %). In dorfnahen Maisbeständen (jährlicher Maisanbau) bewegte sich der Prozentsatz befallener Jungpflanzen in ähnlicher Größen-

ordnung. Etwa 60 % der erkrankten Jungpflanzen starben ab, was sich mit den Angaben genannter Autoren deckt.

Wir haben eingangs festgestellt, daß durch künstliche Infektion (mit Verletzung der Pflanze an meristematischem Gewebe) in jedem Wuchsstadium der Pflanze Brandbefall hervorzurufen ist. Bei der Anwendung natürlicher Infektionsmethoden (ohne Verletzung der Pflanze) ist dies sehr viel schwieriger. Ein besonders kritisches Stadium liegt bei einer Wuchshöhe von unter 15 cm vor. In den seltensten Fällen ist es, bei Anwendung natürlicher Infektionsmethoden unter Glas in diesem Wuchsstadium, zu einem Brandbefall gekommen (Brefeld 1895, Piemeisel 1917, Tisdale und Johnston 1926). Gerade in diesem Wuchsstadium muß aber im Freiland die erste Infektion erfolgen, da nach eigenen Beobachtungen die zwei ältesten Blätter nie Brandsymptome zeigten.

Zu b): War die Annahme richtig, daß Chlamydosporen in der Natur durch Wind oder Regenspritzer in die Blattüte gelangen und Infektion hervorrufen, so mußte auch das Experiment in diesem Wuchsstadium der Pflanze gelingen, wenn Brandsporen im 2-Blattstadium ohne Verletzung von Gewebe in die Blattüte eingebracht wurden. Mehrere in dieser Weise in den Jahren 1952, 1953 und 1954 angelegte Gewächshausversuche hatten bis auf die zwei letzten dieser Reihe niemals Brandbefall zur Folge. Es konnte aber an Hand von Blattabstrichen nachgewiesen werden, daß zahlreiche Chlamydosporen wohl ausgekeimt waren, aber infolge des relativ schnellen Wachstums der Pflanzen (Gewächshaustemperatur meist um 20 °C im Mittel) mit den Blättern ausgeschoben wurden und auf diese Weise vermutlich keine Infektionsmöglichkeit hatten. Die zwei genannten Versuche mit positivem Befallsergebnis wurden wie die vorhergehenden angelegt:

Methodik: Maispflanzen (Gelber Badischer Landmais) wurden in mit Komposterde gefüllten Blumentöpfen angezogen und im 2-Blattstadium mit Brandsporen (Herkunft Freiburg 1953) beschickt. Dabei wurden zwei Kanülenspitzen einer 12er Injektionskanüle voll Brandsporen in das Guttationswasser jeder Blattüte getaucht, ohne die Blätter zu verletzen. Die während der Versuchsdauer herrschenden Temperaturen sowie die Ergebnisse sind aus Tabelle 1 zu entnehmen.

Das Ergebnis erscheint geeignet, das Zustandekommen der Erstinfektion im Freiland über die Blattüten zu erklären, die vermutlich schon im ein-, mit Sicherheit aber im zwei-Blattstadium erfolgt. Das positive Befallsergebnis muß auf die relativ niedrigen Außentemperaturen zurückgeführt werden, die ein langsames Pflanzenwachstum zur Folge hatten, was dem Erreger vermutlich eine längere Zeitspanne ließ, um den Vegetationskegel zu erreichen und Brandbefall hervorzurufen. Eine Mitteilung von Vohl (1938), wonach früh gesäte Maisbestände stärker vom Maisbrand heimgesucht werden als spät gesäte, bestätigt diese Vermutung (niedrige Temperatur). Auf einen Unterschied der Morphologie bei Freiland- und Gewächshauspflanzen muß hingewiesen werden. Die Blattspirale wird im Freiland wesentlich lockerer aufgebaut, und auch der Abstand vom Beginn der Blattspreite bis zum Vegetationskegel ist geringer, was die Infektion sehr wahrscheinlich begünstigt (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1

Brandbefall junger Maispflanzen
nach Einbringen trockener Brandsporen in das Guttationswasser der Blattüte
im 2-Blattstadium
Inkubationszeit im Gewächshaus 14 Tage; Inkubationszeit im Freiland 20 Tage
Abschließende Bonitierung 30 Tage nach dem Einbringen der Sporen

Versuch Nr.	Temperatur Mittel °C	Pflanzenzahl				Befall in %	Pflanzenzahl befallen	Ort der Beulenbildung
		infiziert	Kontrolle	befallen	befallen Kontrolle			
				Gewächshaus				
I	18,7	40	10	5	0	12,5	1	5. Blatt
							4	4. u. 5. Blatt
				Freiland				
	16,6	40	10	6	0	15,0	3	4. u. 5. Blatt
							1	5. Blatt
							1	5. u. 6. Blatt
							1	4., 5., 6. Blatt
				Gewächshaus				
II	17,5	40	10	5	0	12,5	1	4. Blatt
							3	4. u. 5. Blatt
							1	5. u. 6. Blatt
				Freiland				
	15,6	40	10	7	0	17,5	1	3., 4., 5., 6. Blatt
							4	4. u. 5. Blatt
							2	4., 5., 6. Blatt

Vielfach wird beim Zustandekommen der Erstinfektion auch die Möglichkeit der sogenannten „Bodeninfektion" (Befall des Keimlings schon unter der Erde), in Betracht gezogen. Versuche zahlreicher Autoren (BREFELD 1895, PIEMEISEL 1917, ITZEROTT 1938, BORZINI, vgl. ITZEROTT u. a.), durch Anzucht von Maispflanzen in stark mit Brand- oder Basidiosporen verseuchtem Boden Brandbefall hervorzurufen, brachten fast durchweg negative Ergebnisse. Vereinzelte Fälle von Brandbefall (ITZEROTT 1938) können ohne weiteres auf eine Übertragung der Sporen oder Basidiosporen durch Luftzug oder Gießwasserspritzer vom Boden auf die Pflanze zurückgeführt werden. Auch die wiederholt in dieser Weise angelegten eigenen Versuche lassen in ihren Ergebnissen (ein einziger Fall von Brandauftreten) den Schluß zu, daß die „Bodeninfektion" beim Zustandekommen der Erstinfektion im Freiland bedeutungslos ist. Die eingangs festgestellte geringe Keimbereitschaft der Sporen bestätigt dies.

b) Das Zustandekommen der späteren oder Sekundärinfektion

Die klassischen Infektionsversuche von Brefeld (1895) erbrachten den sicheren Beweis, daß der Erreger während der ganzen Vegetationsperiode an allen von außen zugänglichen, meristematischen Gewebeteilen der Maispflanze Infektion mit Brandbeulenbildung hervorrufen kann (Blätter, Rispen, Kolben, Stengelknoten und Adventivwurzeln). Die auf diese Weise entstandenen Brandbeulen würden also auf eine Infektion zurückgehen, die um die übliche Inkubationszeit des Pilzes zurückliegt. Aus verschiedenen Beobachtungen kann man jedoch auch auf die Möglichkeit einer einmaligen Infektion im Blattütenstadium schließen, wonach sich das daraus resultierende Brandauftreten über die ganze Vegetationszeit verteilt und dabei mehrere Pflanzenorgane in Mitleidenschaft ziehen kann. So ist die Tatsache bemerkenswert, daß künstliche und natürliche Freilandinfektion (Hypodermalinjektion trockener Brandsporen bzw. Verseuchung des Bodens und Pflanzenstandortes mit Sporen) in der Auswirkung dieser Maßnahme etwas gemeinsames haben: das Auftreten von Brandbeulen an allen Pflanzenorganen und während der ganzen Vegetationsperiode (vgl. Tab. 5, S. 312 und Tab. 17, S. 328). Es besteht nur der eine Unterschied, daß bei künstlicher Infektion die Masse der Pflanzen nach Ablauf der Inkubationszeit befallen ist, was auf die massierte Infektion zurückgeht, bei natürlich erfolgter Infektion hingegen das Brandauftreten gleichmäßiger über die Vegetationszeit verteilt ist.

Zu Tabelle 5 Seite 312: Der ganze Pflanzenbestand wurde am 21. 7. 1954 durch Hypodermalinjektion trockener Brandsporen in der Nähe des Vegetationskegels der einzelnen Pflanze infiziert. Die Masse der Pflanzen konnte nach Ablauf der Inkubationszeit am 9. 8. 1954 als befallen registriert werden (Beulenbildung). Sämtliche Beulen wurden vor dem Ausstäuben entfernt. Das Brandauftreten hörte damit aber keinesfalls auf und zeigte sich hauptsächlich in den Blattachseln bis zum 9. September. Jede sich neu entwickelnde Brandbeule wurde ebenfalls entfernt und bis auf gesundes Gewebe ausgeschnitten. Die Kontrollpflanzen blieben gesund, was den Schluß zuließ, daß jedes spätere Brandauftreten nach der Inkubationszeit ebenfalls auf die einmalige Infektion im Blattütenstadium zurückgeführt werden mußte. Diese Verzögerung des Brandauftretens durch latentes Verharren des Erregers besonders in den Stengelknotenregionen bis zum Zeitpunkt, bei welchem das dortige embryonale Gewebe aktiv wird (Bildung von Achselknospentrieben), beobachteten auch schon Brefeld (1912) und Davis (1936), letzterer bei künstlicher und natürlicher Infektion, indem er sämtliche Blattscheiden der Versuchspflanzen entfernte und dabei die noch sehr kleinen Beulen entdeckte, die erst weit nach der Inkubationszeit sichtbar geworden wären.

Ergebnis: Neben der Infektionsmöglichkeit an allen von außen zugänglichen meristematischen Geweben der Wirtspflanze durch Zuflug oder Zuschwemmung des Erregers (Brefeld 1895) während des vegetativen Wachstums der Pflanzen kann auch die Möglichkeit einer einmaligen Infektion im

Blattütenstadium mit Sicherheit angenommen werden, wonach sich das daraus resultierende Brandauftreten an allen Organen der Pflanze über die ganze Vegetationszeit verteilt. Welche Infektionsweise vorherrscht, ist noch nicht geklärt, doch kann die letztere angenommen werden.

3. Untersuchungen über die Pathogenität verschiedener deutscher Sporenherkünfte

Über die Pathogenität verschiedener Sporenherkünfte von *Ustilago zeae* wurde hauptsächlich von amerikanischen Forschern gearbeitet (MELCHERS 1921, EDDINS 1929, CHRISTENSEN und STAKMAN 1929 und CHRISTENSEN und JOHNSON 1935). Die Autoren stellten übereinstimmend fest, daß sich verschiedene Sporenherkünfte in ihrer Pathogenität gegenüber zahlreichen Maisvarietäten und geselbsteten Maislinien mehr oder weniger stark voneinander unterscheiden. Da nach Einsicht der zur Verfügung stehenden Literatur in dieser Richtung keine Arbeiten von deutscher Seite aus vorliegen, war es von Interesse, verschiedene Sporenherkünfte auf ihre Pathogenität zu prüfen. In dankenswerter Weise wurde uns aus Hannover, Bonn, Freiburg und München von den dortigen Instituten bzw. Pflanzenschutzämtern frisches Sporenmaterial vom Jahre 1953 übersandt. Zu den Untersuchungen wurden folgende Herkünfte des Jahres 1953 verwendet: Hohenheim, Ruchheim (Pfalz), Hannover, Bonn, Freiburg und München.

Das unterschiedliche Keimvermögen der Herkünfte geht aus Tabelle 2 hervor:

Tabelle 2

Die Keimung von Maisbrandsporen

verschiedener deutscher Herkünfte aus dem Jahre 1953 auf Biomalz-Pepton-Agar

Herkunft	gek. Sporen in %	Sporen ⊣ Basidie in % d. gek. Sporen	Spor. + B. ⊣ Bsp. in % d. gek. Sporen	nur gesp. gek. Sp. in % d. gek. Sporen
Freiburg	94*)	12	88	0
München	93	50	50	0
Bonn	84	23	77	2
Hohenheim	50	60	40	0
Hannover	26	50	48	2
Ruchheim (Pfalz)	13	56	34	10

B: Basidie; Bsp.: Basidiospore; gek.: gekeimt; gesp.: gespitzt.

*) Die Keimzahlen stellen einen Mittelwert von 6 × 100 ausgezählten Sporen von jeder der zwei Wiederholungen dar.

Nach der Höhe der Keimprozente stehen die Herkünfte in folgender Reihe:

Freiburg > München > Bonn >Hannover > Hohenheim > Ruchheim (Pf.)

Wird hingegen die Intensität der Basidiosporensprossung als Maßstab gewählt, die beachtliche Unterschiede in der gleichen Zeiteinheit aufwies, so ergibt sich nachfolgende Rangordnung der Herkünfte:

Freiburg > München > Bonn > Hohenheim > Ruchheim (Pf.) > Hannover.

Um ihre Pathogenität zu prüfen, wurden die einzelnen Herkünfte als trockene Brandsporen in Maiskeimlinge (Gelber Badischer Landmais) mit einer Plumulalänge von 0,5 bis 2 cm injiziert. Das Ergebnis gibt Tabelle 3 wieder. Nach dem Keimpflanzeninfektionsversuch stehen die Herkünfte bezüglich ihrer Pathogenität in folgender Reihe:

Freiburg > München > Hohenheim > Ruchheim (Pf.) > Hannover > Bonn.

Zur Beurteilung der Pathogenität wurden der absolute Befall, die um Stunden differierende Inkubationszeit und das Ausmaß der Verunstaltung (Befallsbild) herangezogen.

Tabelle 3

Die Pathogenität verschiedener Sporenherkünfte nach Hypodermalinjektion trockener Brandsporen

Inkubationszeit: 144 Std. bis zum Erscheinen der ersten Brandbeulen bei Herkunft Freiburg
Temperatursumme der stündlich addierten Werte: 2 910
Temperaturmittel: 20 °C
Relative Luftfeuchtigkeitssumme: 12 192
Relatives Luftfeuchtigkeitsmittel: 84 %

Herkunft	Anzahl der Keimlinge:				
	injiziert	befallen	schwer befallen	befallen in %	schwer befallen in %
Freiburg	50	50	48	100	96
München	50	50	49	100	98
Hohenheim	50	50	36	100	72
Ruchheim (Pfalz)	50	43	32	86	64
Hannover	50	38	26	76	52
Bonn	50	33	24	66	48
Steriler Einstich	25	0	0	0	0
Unverletzte Pflanzen	25	0	0	0	0

Ein methodisch in der nämlichen Weise durchgeführter Infektionsversuch an 3 Maissorten, bei einem Pflanzenalter von 16 Tagen, brachte die in Tabelle 4 dargestellten Ergebnisse. Wurden die obengenannten Erscheinungen zur Beurteilung der Pathogenität herangezogen, so ergab sich auch hier folgende Pathogenitätsreihe der Herkünfte:

Freiburg > München > Hohenheim > Ruchheim (Pf.) > Hannover > Bonn.

Dabei konnte auch eine unterschiedliche Anfälligkeit der untersuchten Maissorten festgestellt werden. Ein weiterer Infektionsversuch im Freiland bestätigte diese Ergebnisse. Herkunft Bonn bildete in allen Versuchen eine Ausnahme, da ein mit den Brandsporen soziierter Fusariumpilz (*Fusarium graminearum* Schwabe, die Nebenfruchtform von *Gibberella Saubinetii*

[Mont.] pr. p.) die Krankheitssymptome und somit die tatsächliche Pathogenität der Herkunft verdeckte. Bei dem Freilandinfektionsversuch zeigte auch die unterschiedliche Verzögerung des Brandauftretens sehr deutlich die unterschiedliche Pathogenität der Herkünfte (vgl. Tab. 5).

Tabelle 4

Pathogenität verschiedener Sporenherkünfte von *Ustilago zeae* bei Injektion der trockenen Brandsporen in 16 Tage alte Maispflanzen

Sporenherkunft	Anzahl der Pflanzen:		
	injiziert	befallen in %	schwer befallen in %
Sorte: Gelber Badischer Landmais (1)			
Freiburg	46	100	98
München	51	100	88
Hohenheim	48	100	94
Ruchheim	40	95	83
Hannover	46	85	63
Bonn	47	89	64
Sorte: Fremkes Goldrausch (2)			
Freiburg	48	100	83
München	45	100	82
Hohenheim	46	98	96
Ruchheim	40	95	85
Hannover	33	97	67
Bonn	40	85	73
Sorte: Kornacker USA 32 (3)			
Freiburg	53	87	49
München	49	88	49
Hohenheim	48	75	40
Ruchheim	49	74	43
Hannover	51	82	43
Bonn	50	74	40

Tabelle 5

Verzögertes Brandauftreten im Freilandversuch nach Injektion trockener Brandsporen von 6 Sporenherkünften
Maissorte: Gelber Badischer Landmais
Befall in % der Gesamtzahl kranker Pflanzen am 10. September 1954

Herkunft	Bonitierungsdatum:				
	9.8.1954	17.8.1954	24.8.1954	30.8.1954	10.9.1954
Freiburg	98,5	1,0	0,5	0	0
München	91,5	6,0	2,5	0	0
Hohenheim	80,6	9,6	3,2	4,3	2,3
Ruchheim	79,7	15,4	0	3,5	1,4
Hannover	76,7	5,8	8,2	5,3	4,0
Bonn	73,3	17,3	2,6	4,2	2,6
Kontrolle (unverletzte Pflanzen)	0	0	0	0	0

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß sich die untersuchten Herkünfte in ihrer Pathogenität stark unterscheiden. Für den Grad der Pathogenität schien weniger das absolute Keimvermögen, als vielmehr die Intensität der Basidiosporensprossung und Vermehrung charakteristisch. Damit konnten die Feststellungen der eingangs genannten Autoren über die unterschiedliche Pathogenität von Maisbrandsporenherkünften bestätigt werden.

4. Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Maissorten gegenüber *Ustilago zeae*

Wie eingangs schon erwähnt wurde, sieht man heute in der Resistenzzüchtung den sichersten Weg für eine indirekte Bekämpfung des Maisbeulenbrandes. Es stellte sich daher die Frage, wie sich die Anfälligkeit der in unserem Raume angebauten Maissorten gegenüber Maisbrand verhält. Dabei interessierte vor allem ein Vergleich der natürlichen Anfälligkeit der Sorten im Freiland mit derjenigen bei künstlicher Infektion.

a) Die Anfälligkeit von 11 Körnermaissorten im Freiland

Am 20. und 21. September 1953 wurde ein Sortenversuch mit Körnermais des Instituts für Acker- und Pflanzenbau der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim auf natürlichen Befall mit Maisbrand bonitiert.

Die Versuchsdaten waren folgende:

Versuchsfläche:	31,1 ar
Parzellengröße:	43,2 m^2
Parzellenzahl:	72
Pflanzenzahl/Parz.:	180 im Durchschnitt
Vorfrucht:	Winterweizen mit Kleeuntersaat
Düngung:	60 kg N, 40 kg P_2O_5 und 80 kg K_2O

Der Versuch enthielt 11 Maissorten in 6facher Wiederholung. Die Sorte Gelber Badischer Landmais stand zweimal im Versuch als Nr. 4 und Nr. 9. Die variationsstatistische Verrechnung wurde nach Mudra (1949) vorgenommen. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 6.

Daraus ist zu entnehmen, daß die natürliche Anfälligkeit der Sorten unterschiedlich ist. Die frühreife Sorte Nr. 1 und die spätreifen Nr. 12, 11 und 10 erscheinen am widerstandsfähigsten. Bei den frühreifen Sorten Nr. 1 und 2 sowie den mittelfrühen Nr. 3, 4, 9, 5, 6 und 8 überwiegt meist der Kolbenbefall, bei den späteren Sorten der Stengelbefall, welcher bei der Sorte Nr. 7 bemerkenswert häufig auftrat. Auch der besonders

hohe Befall der Rispen und Bestockungstriebe bei Nr. 12 ist hervorzuheben. Auch CHRISTENSEN und JOHNSON (1935) stellten fest, daß der Ort der Beulenbildung für verschiedene Maislinien charakteristisch und auch bei der Verwendung verschiedener Sporenherkünfte nicht zu verändern ist.

Leider war im Jahre 1954 eine Bonitierung des gleichen Sortiments nicht möglich, da zuwenig Brandbefall auftrat.

Tabelle 6

Die Anfälligkeit von 11 Maissorten gegenüber *Ustilago zeae* bei natürlicher Infektion im Freiland

Nr.	Sorte	Bef. i. % m	S	K.%	St.%	R.%	Bl.%	Best.tr.%*)
7	Fremkes Goldrausch	6,5 ± 1,38		24	73	3	0	0
5	Delilles Neue Kreuz.	5,3 ± 0,50	0	65	26	2	0	7
6	Lutz M 40 II	3,9 ± 0,28	0	50	32	6	0	12
4	Gelber Badischer L.	3,8 ± 1,35	0	42	44	4	0	10
3	Goudster Gloria	3,6 ± 0,42	0	50	38	8	0	3
2	Maleksberger M 28	3,6 ± 0,83	0	64	18	18	0	0
9	Gelber Badischer L.	3,0 ± 0,59	0	50	28	19	0	3
8	Heinrichs Reis	2,7 ± 0,58	0,25	42	42	0	0	16
1	Chiemgauer	1,9 ± 0,52	0,25	65	30	5	0	0
12	Spauers Stamm F	1.8 ± 0,75	0,25	0	0	57	0	43
11	Kornacker USA 32	1,3 ± 0,47	0,50	17	67	8	8	0
10	Kornacker USA 22	0,7 ± 0,57	0,75	20	40	20	0	20

*) S = Sicherheitsgrad der Differenzen der einzelnen Sorten zur höchstbefallenen Sorte. Nach MUDRA (1949) ergeben sich folgende Abstufungen:

0 = Differenz nicht gesichert
0,25 = Differenz schwach gesichert
0,50 = Differenz genügend gesichert
0,75 = Differenz gut gesichert
1 = Differenz sehr gut gesichert

K.: Kolbenbefall
St.: Stengelbefall
R.: Rispenbefall
Bl.: Blattbefall
Best.tr.: Befall der Bestockungstriebe

b) Die Anfälligkeit von 11 Körnermaissorten bei künstlicher Infektion im Gewächshaus

Die künstliche Infektion der Sorten wurde im Keimlingsstadium und an 3 Wochen alten Maispflanzen durchgeführt. Als Infektionsmethode wurde Hypodermalinjektion trockener Brandsporen in die unmittelbare Nähe des Vegetationskegels angewandt. Wegen ungleicher Keimung konnten nur 8 Sorten zu diesem Versuch verwendet werden. Tabelle 7 zeigt das Ergebnis des Keimpflanzeninfektionsversuches.

Tabelle 7

Das Verhalten von 8 Maissorten gegenüber *Ustilago zeae* bei Injektion trockener Brandsporen (Herkunft Hohenheim 1953) im Keimlingsstadium bei einer Plumulalänge von 1½ bis 2 cm

Inkubationszeit: 192 Std.
Temperatursumme: 2951
Temperaturmittel: 15,5 °C
Relative Luftfeuchtigkeitssumme: 16291
Relatives Luftfeuchtigkeitsmittel: 85 %

Nr.	Sorte	Anzahl der Keimlinge				
		injiziert	befallen	schwer befallen	befallen in %	schw. bef. in %
7	Fremkes Goldrausch	30	29	27	97	90
5	Delilles Neue Kreuz.	30	24	22	80	73
6	Lutz M 40 II	30	30	25	100	83
4	Gelber Badischer L.	30	26	23	87	77
3	Goudster Gloria	30	26	25	87	83
2	Maleksberger M 28	21	21	20	100	95
11	Kornacker USA 32	30	30	25	100	83
10	Kornacker USA 22	30	29	24	97	80
	Steriler Einstich Gelber Badischer L.	20	0	0	0	0

Tabelle 8

Das Verhalten von 11 Maissorten gegenüber *Ustilago zeae* bei Injektion trockener Brandsporen (Herkunft Hohenheim 1953) an 18 Tage alten Maispflanzen

Inkubationszeit: 9 Tage, bis zum Erscheinen der ersten Brandbeulen der Sorte Fremkes Goldrausch

Nr.	Sorte	Anzahl der Pflanzen				
		injiziert	befallen	schwer befallen	befallen in %	schw. bef. in %
7	Fremkes Goldrausch	21	21	21	100	100
5	Delilles Neue Kreuz.	18	18	18	100	100
6	Lutz M 40 II	20	20	19	100	95
4	Gelber Badischer L.	20	20	20	100	100
3	Goudster Gloria	20	20	19	100	95
2	Maleksberger M 28[1])	9	9	7	100	78
8	Heinrichs Reis[1])	8	8	8	100	100
1	Chiemgauer	19	19	17	100	89
12	Spauers Stamm F[1])	1	1	1	100	100
11	Kornacker USA 32	22	22	19	100	86
10	Kornacker USA 22	35	35	31	100	89
	Steriler Einstich Gelber Badischer L.	25	0	0	0	0

1) Schlechte Keimfähigkeit der Sorten.

Daraus geht hervor, daß alle untersuchten Sorten eine hohe Anfälligkeit bei künstlicher Infektion im Keimlingsstadium besitzen. Eine nochmalige Injektion an den noch gesund gebliebenen Keimlingen ergab einen 100%igen Befall aller untersuchten Sorten, was auf ungenauen Einstich bei der ersten Injektion hinweist.

Tabelle 8 bringt das Ergebnis des in gleicher Weise durchgeführten Infektionsversuches an 18 Tage alten Maispflanzen.

Obwohl der Befallsprozentsatz aller untersuchten Sorten 100 betrug, zeigten die Sorten Kornacker USA 32 und 22 sowie die Sorten Chiemgauer und Maleksberger M 28 in den Befallsbildern und am Anteil der schwer befallenen Pflanzen eine etwas höhere Widerstandskraft gegenüber *Ustilago zeae*.

Die unter natürlichen Verhältnissen anfälligste Sorte Fremkes Goldrausch zeigte bei künstlicher Infektion 18 Tage alter Pflanzen in Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus Tabelle 4 in der Inkubationszeit und den schweren Befallsbildern ebenfalls das geringste Abwehrvermögen.

Damit ist auch für unsere Verhältnisse die unterschiedliche Anfälligkeit verschiedener Maissorten gegenüber *Ustilago zeae* bei natürlicher und künstlicher Infektion erwiesen. Nach den hohen Befallsergebnissen bei künstlicher Infektion zu urteilen, dürfte die im Freiland festgestellte, zum Teil beachtliche Resistenz vorwiegend morphologisch-anatomische Ursachen in der Struktur der Pflanze haben.

B. UNTERSUCHUNGEN ZUR BEKÄMPFUNG DES MAISBRANDES DURCH BODENBEHANDLUNG

Bei Betrachtung besonders der verschiedenen Infektionsmöglichkeiten erscheint eine wirkungsvolle direkte Bekämpfung des Maisbrandes nur über die Bodenbehandlung mit Fungiziden möglich.

1. Laboratoriumsversuche

Schon seit Jahrzehnten ist der Kalkstickstoff nicht nur als N-Dünger und Unkrautbekämpfungsmittel bekannt, sondern er wurde auch gegen verschiedene Pilzkrankheiten als Bodenbehandlungsmittel eingesetzt (HILTNER und LANG 1922, BURK 1923, HAHNE 1925 und besonders RADEMACHER 1951). Versuchsobjekte waren hierbei besonders *Tilletia tritici* und *Tilletia contraversa*. Für Maisbrand lagen außer einer Mitteilung über den Verlust der Keimfähigkeit von Maisbrandsporen bei Kunstmistbereitung mit Kalkstickstoff (vgl. JANKE 1942) keine derartigen Untersuchungen vor. Es war naheliegend, zunächst einmal das Cyanamid als wirkungsvolle Komponente des Kalkstickstoffs in seiner Wirkung auf Maisbrandsporen zu untersuchen.

a) Die Wirkung von Cyanamid auf die Sporenkeimung

Mit 97%igem Cyanamid wurden verschiedene Lösungen hergestellt und Brandsporen der Herkunft Hohenheim 1952 darin aufgeschwemmt. Nach bestimmten Zeitabständen wurden die Sporen abgenutscht, mit Leitungswasser

ausgewaschen, bei Zimmertemperatur getrocknet und auf Nährsubstrat (Biomalz-Pepton-Agar, 4, 0,5, 1,5 %) gestäubt. Tabelle 9 bringt das Ergebnis, wonach Cyanamid in Konzentrationen zwischen 0,25 und 2 % nach 24- bis 26stündiger Einwirkung toxisch auf Maisbrandsporen wirkt.

b) Die Wirkung von Kalkstickstoff und Kalziumhydroxyd auf die Sporenkeimung

Da sich aus Kalkstickstoff unter Wasseraufnahme als erstes Produkt freies Cyanamid bildet, war auch von Kalkstickstoff beim Aufstäuben auf die Brandsporen eine Wirkung zu erwarten.

Tabelle 10 zeigt das Ergebnis eines Versuchs, bei dem Kalkstickstoff (ungeölt) in Gaben von 50, 100 und 200 mg mit Hilfe der Lang-Welte-Glocke (Lang und Welte 1930) auf Brandsporen (Herkunft Hohenheim 1953) aufgestäubt wurde, die ihrerseits auf Nährsubstrat (roher, verdünnter Maispflanzensaft-Agar) lagen. Nach 96 Stunden wurden die Keimzahlen ermittelt. Die Sporen der Kontrolle (unbehandelt) waren infolge starker Basidiosporensprossung nicht mehr zu zählen, wiesen aber bereits nach 16 Stunden einen Keimprozentsatz von 96 auf.

Tabelle 9

Wirkung von Cyanamid auf die Keimung der Maisbrandsporen

%-Anteil der gekeimten Sporen nach 24 bis 96 Std. Verbleib in Cyanamidlösung

Cyanamidlösung in %	24	48	72	96
Kontr.: H_2O	86	91	91	92
0,25	14	1	0,1	0
0,5	4	0,6	0	0
1,0	1	0,5	0	0
2,0	0,1	0,06	0	0

Tabelle 10

Wirkung von Kalkstickstoff auf die Keimung der Maisbrandsporen

%-Anteil der gekeimten Sporen nach 96 Std.

Keimungsstadium	1 Kontr. a b c	2 (50 mg) a b c	3 (100 mg) a b c	4 (200 mg) a b c
Sporen mit Keimschlauch	nicht mehr zählbar	0 1 0	keine Keimung	
Sporen mit Keimspitze	nicht mehr zählbar	2 10 2	keine Keimung	
Sporen nicht gekeimt	nicht mehr zählbar	98 89 98	keine Keimung	

Auch Kalkstickstoff verhindert also die Sporenkeimung weitgehend. Wie aus Tabelle 10 hervorgeht, lag der Schwellenwert etwa bei 50 mg/4 dm^2 = Grundfläche der Glocke.

Ein entsprechender Versuch mit bereits keimenden Sporen hatte folgende Resultate: Bei den angewandten Mengen von 20, 50, 70 und 100 mg Kalkstickstoff hörte das Wachstum der Basidien ab 50 mg auf. An Hand von mit Eosin auf der Rückseite der Objektträger markierten Sporen war auch nach 8 Tagen kein Wachstumsfortschritt mehr festzustellen. Bei 20 mg Kalkstick-

stoff sproßten die Basidiosporen zwar weiter, doch war die Wuchsgeschwindigkeit im Vergleich mit der Kontrolle wesentlich geringer.

Daß auch hier das Cyanamid die wirkungsvolle Komponente war, bestätigten Versuche mit feingemahlenem Kalziumhydroxyd, das, wie RADEMACHER (1951) bei *Tilletia tritici* fand, die Keimung auch der Maisbrandsporen förderte.

c) Die Wirkung von Cyanamid auf die Sporenkeimung bei der Kalkstickstoffumsetzung im Boden

Es stellte sich die Frage, ob das Cyanamid bei der Umsetzung des Kalkstickstoffs im Boden eine ähnliche Wirkung auf die Sporen ausübt wie auf Nährsubstrat.

Tabelle 11 bringt das Ergebnis eines Vorversuches mit ungeöltem Kalkstickstoff, der mit brandsporenhaltiger, feuchter Komposterde innig vermischt wurde, wonach der so behandelte Boden in Petrischalen eingefüllt und im Freien, bei geschlossenen Schalen, aufgestellt wurde (Erdmenge 130 g, Sporenmenge 157 mg, Kalkstickstoff 300, 400 und 500 und 600 mg je Schale mit 0,7 dm^2 Oberfläche). Nach 3 Wochen erfolgte die Reisolation der Sporen aus dem Boden und die Übertragung derselben mit der Fixativspritze auf Maisdekokt-Agar.

Tabelle 11

Die Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff auf die Keimung der Maisbrandsporen

%-Anteil der gekeimten Sporen nach 16 Std.

Keimstadium	Kalkstickstoffgabe												
	Kontrolle			300 mg			400 mg			500 mg			600 mg
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a b c
gekeimte Sporen insgesamt	89	91	96	Keine Keimung									
Sporen mit Basidie	9	24	13										
Sporen mit Basidie u. Basidiosporen	80	67	83										
Sporen gespitzt gekeimt	0	0	1										
Sporen nicht gekeimt	41	9	3										

Wenn auch zu berücksichtigen ist, daß die Kalkstickstoffmengen bei nur 1,8 cm Bodentiefe durchgehend zu hoch waren, so zeigt sich doch auch bei der Umsetzung des Kalkstickstoffs im Boden eine toxische Wirkung des Cyanamids auf Maisbrandsporen.

d) Die Wirkung verschiedener Fungizide auf die Sporenkeimung

Wenn auch infolge der verschiedenen Infektionsmöglichkeiten durch den Maisbranderreger die Anwendung fungizider Spritz- und Stäubemittel kaum in Frage kommt, so war doch die Prüfung verschiedener Wirkstoffgruppen auf die Sporenkeimung von Interesse.

Methodik: Brandsporen der Herkunft Hohenheim 1952 sowie die staubförmigen Mittel wurden mit der Lang-Welte-Glocke aufgebracht, die Spritzmittel mit Hilfe der Fixativspritze. Als Keimsubstrat diente zur Prüfung von Pentachlornitrobenzol (Brassicol, Hoechst) und Hexachlorbenzol (Cerenox, Bayer), Biomalz-Pepton-Agar (4, 0,5, 1,5 %) und für die Untersuchung der übrigen Mittel Maisdekokt-Agar. Brassicol und Cerenox wurden in Gaben von 20, 50, 80, 100 und 120 mg/4 dm² aufgebracht. Zur Formaldehydprüfung wurden mit Terralit gefüllte Gazesäckchen 20 Minuten in die verschiedenprozentigen Lösungen getaucht und anschließend in Petrischalen eingebracht, die mit Nährsubstrat und Brandsporen belegte Objektträger enthielten. Jede Konzentration und Mittelmenge lief in dreifacher Wiederholung. Abbildung 1 veranschaulicht das Ergebnis eines Teils der Mittelprüfung:

Danach war die Wirkung auf die Sporenkeimung bei Kupferoxychlorid + Rhodandinitrobenzol sehr gut, bei Thiocarbamat noch beachtlich, bei Kupfer und Schwefelpräparaten ganz schlecht.

Brassicol wirkte bei allen Gaben zu 60 % keimverhindernd. Die noch entwickelten Basidien waren stark deformiert und zeigten ausnahmslos Zerfallserscheinungen. Das somit auch für den Freilandversuch vielversprechende Bodenbehandlungsmittel wurde als Vergleichsmittel in die später noch zu besprechenden Bodenbehandlungsversuche mit einbezogen. Cerenox bewirkte in allen angewandten Mengen zunächst eine totale Keimverhinderung. Innerhalb von 36 Stunden setzte aber eine verzögerte Keimung ein, und in den folgenden Tagen war auch eine wenn auch verlangsamte Basidiosporensprossung festzustellen. Basidien und Basidiosporen waren im Gegensatz zu denen der Kontrollen leicht deformiert. Formaldehyd, der bei dieser Versuchsanstellung nur als Gas wirken konnte, verursachte schon bei 0,1 %iger Formalinlösung eine totale Keimverhinderung.

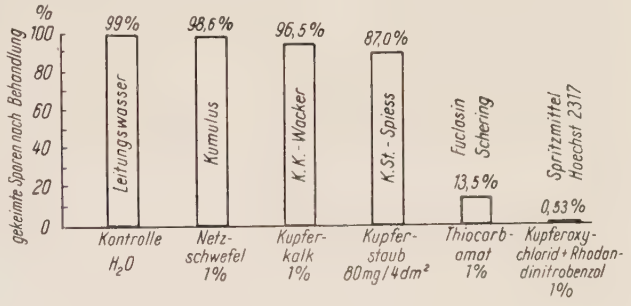


Abb. 1. Die Wirkung verschiedener Fungizide auf die Sporenkeimung

2. Gefäßversuche

Vorversuche mit ungeöltem Kalkstickstoff mit den in Tabelle 11 angegebenen Mengen — jedoch auf 10 cm Bodentiefe — ergaben, daß hierbei die günstigen Ergebnisse des Komposterdeversuches in Petrischalen (Tab. 11) nicht erreicht wurden. Die höchste Gabe hinterließ noch etwa 50 % keimfähige Sporen. Zu dem nachstehenden Versuch wurde mit Rücksicht auf die beginnende Vegetationsperiode 1953 zunächst ein Kalkstickstoff mit Fungizidzusatz (Quecksilber) — in den weiteren Ausführungen mit Kalkstickstoff (FK 86) bezeichnet — verwendet, da er eine bessere Wirkung als der gewöhnliche Kalkstickstoff — in den weiteren Ausführungen mit Kalkstickstoff bezeichnet — erhoffen ließ.

a) Die Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (FK 86) und Pentachlornitrobenzol (Brassicol) auf die Sporenkeimung

Im folgenden Versuch war diejenige Menge an Kalkstickstoff (FK 86) und Pentachlornitrobenzol zu ermitteln, mit welcher ein befriedigender Prozentsatz nicht mehr keimfähiger Sporen erreicht wurde. Durch Anwendung überhöhter Gaben war der Schwellenwert festzustellen.

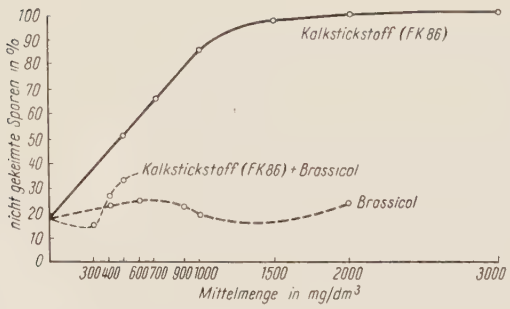


Abb. 2. Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (FK 86) und Brassicol (Pentachlornitrobenzol) einzeln und kombiniert auf die Keimung von Maisbrandsporen

Methodik: Blumentöpfe von 12 cm lichter Weite wurden mit feuchter Komposterde beschickt, die zuvor mit 2 g Brandsporen (Herkunft Hohenheim 1952) je Topf und mit Kalkstickstoff (FK 86) sowie Brassicol in gestaffelten Gaben gründlich gemischt worden war. Nach kräftigem Angießen blieben die Gefäße bei 18 °C im Mittel unberührt stehen. Abbildung 2 vermittelt das Keimergebnis nach Reisolation der Sporen aus dem Boden und die Übertragung derselben auf Nährsubstrat (roher, verdünnter Maispflanzensaft-Agar).

Danach hat Brassicol bei dieser Anwendung fast keine Wirkung auf die Maisbrandsporen. Mit steigenden Kalkstickstoff (FK 86)-Gaben nimmt die Keimzahl der Sporen rasch ab. Kalkstickstoff (FK 86) + Brassicol ergab ebenfalls deutlich abfallende Keimzahlen.

Mit beginnender Vegetationsperiode 1953 wurde nach diesen Ergebnissen zum Feldversuch übergangen. Von der Voraussetzung ausgehend, daß 1 g/dm² Kalkstickstoff (FK 86) auf 10 cm Bodentiefe die Keimung der Sporen zu 69 % verhindert hatte, wenn die normalerweise nicht keimfähigen 17 % Sporen (Kontrolle) in Abzug gebracht wurden, kam Kalkstickstoff (FK 86) in einer Menge von 1000 kg/ha als höchste der gestaffelten Gaben zur Anwendung. Die für die Cyanamidwirkung ungünstigeren Bedingungen des Freilandes sollten dabei durch die Einarbeitung des Kalkstickstoffs (FK 86) auf nur 5 cm Bodentiefe, wie bei der Frühjahrsbestellung üblich, ausgeglichen werden. Die höchste Gabe von 200 kg N/ha ist für Mais stark überhöht (bis 80 kg N/ha in der Praxis). Andererseits versprach eine Gabe unter 100 kg N/ha in Form des Kalkstickstoffs (FK 86) (etwa 20 % N-Gehalt) schon nach den Gefäßversuchen keinen befriedigenden Erfolg. Die Reaktion der Pflanzen auf die N-Gaben war abzuwarten.

Die Feldversuche und ihre Ergebnisse folgen ab S. 324.

b) Die Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff auf Sporenkeimung und Pathogenität

Es war noch zu prüfen, ob die nach einer Bodenbehandlung auf künstlichem Nährsubstrat nicht mehr keimenden Sporen sich auch in der Wirts-

pflanze so verhalten würden. Alle folgenden Versuche sind daher in drei Versuchsabschnitte gegliedert:

1. Bodenbehandlung, 2. Keimversuch und 3. Infektionsversuch, jeweils mit dem gleichen Sporenmaterial

Die bisherigen Ergebnisse rechtfertigten eine eingehendere Untersuchung des Kalkstickstoffs in seiner gewöhnlichen und der verstärkt fungiziden Form. Zunächst erfolgte die Versuchsanstellung mit gewöhnlichem ungeöltem Kalkstickstoff.

Methodik: Blechgefäße mit gleicher Ober- und Grundfläche (22 × 22 × 15 cm) wurden auf 10 cm Höhe mit feinkrümeligem Lehm (pH-Wert i. H_2O 7,58) beschickt, der zuvor mit 7 g Brandsporen (Herkunft Hohenheim 1953) Kalkstickstoff und Nährstoffen gründlich gemischt worden war. Der Versuch lief bei völliger Nährstoffgleichheit aller Versuchsglieder, wobei der N- und CaO-Gehalt des Kalkstickstoffs durch Harnstoff techn. rein A bzw. Rein-CaO ausgeglichen wurde. Bei gestaffeltem Cyanamid-N betrug die Düngung für jedes Versuchsglied (2 Wiederholungen) 600 mg N, 80 mg P_2O_5, 160 mg K_2O und 1830 mg CaO/dm³ Boden, etwa entsprechend der gleichen Nährstoffmenge in kg/ha. Der Boden wurde zuletzt auf 80 % seiner Wasserkapazität gebracht und die Gefäße im Gewächshaus aufgestellt (Temperaturmittel von 66 Tagen 16 °C). Nach dieser Zeit erfolgte die Reisolation der Sporen aus dem Boden und Übertragung auf Maispflanzensaftagar (pH-Wert 5,8). Die Auszählung der Sporen geschah nach 20 Std. (mindestens 6 × 100 je Mittelmenge).

Abbildung 3 bringt das Ergebnis, wonach mit höher werdender Kalkstickstoffmenge auch die Anzahl nicht mehr keimfähiger Sporen steigt.

Bei diesem und den folgenden Versuchen wurden die Sporen mit nachstehender Methode aus dem Boden zurückgewonnen: 1000-ccm-Meßkolben wurden zur Hälfte mit der brandsporenverseuchten Erde, dann zu 3/4 des Kolbeninhaltes mit Wasser aufgefüllt und mäßig durchgeschüttelt. Sofort danach wurde bis zum oberen Rande des Kolbenhalses Wasser nachgefüllt. Bei luftrockenem Boden stiegen die Brandsporen infolge ihrer schwereren Benetzbarkeit sehr rasch nach oben und konnten schon nach einigen Minuten als Sporenschaum abgeschöpft werden. Auf dickem Filtrierpapier getrocknet (Zimmertemperatur), stellte danach der ursprüngliche Sporenschaum ein trockenes Pulver dar, das fast nur aus Brandsporen bestand, die nun für Keim- und Infektionsversuche zur Verfügung standen.

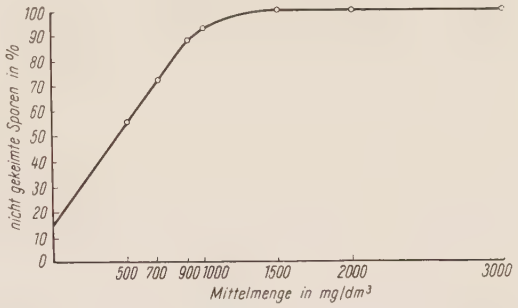


Abb. 3. Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff auf die Keimung von Maisbrandsporen

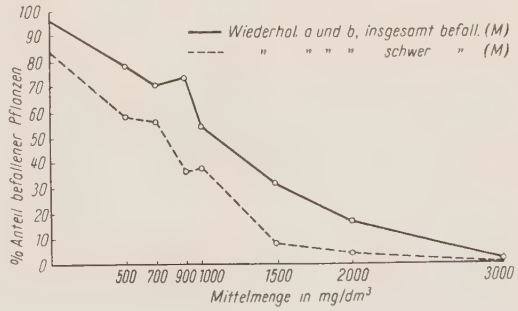


Abb. 4. Die Pathogenität von Maisbrandsporen nach Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (ungeölt)

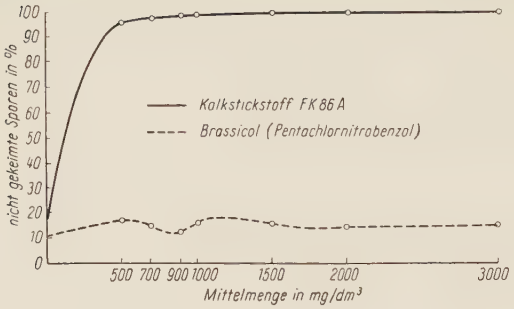


Abb. 5. Wirkung einer Bodenbehandlung mit Brassicol und Kalkstickstoff (FK 86 A) auf die Keimung von Maisbrandsporen

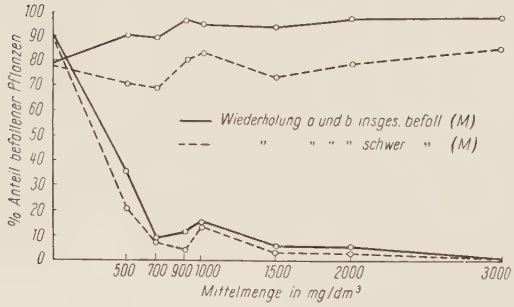


Abb. 6. Die Pathogenität von Maisbrandsporen nach Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (FK 86 A) und Brassicol

Das Ergebnis des mit dem gleichen Sporenmaterial angelegten Infektionsversuches an Maiskeimlingen (Gelber Badischer Landmais) zeigt Abbildung 4. Steigende Kalkstickstoffgaben haben demnach die Pathogenität der Sporen zunehmend vermindert.

Ein Infektionsversuch mit dem gleichen Sporenmaterial an 3 Wochen alten Maispflanzen der nämlichen Sorte brachte gleichsinnige Ergebnisse. Vergleicht man hierzu auch den Freilandinfektionsversuch dieser Reihe (Tab. 12), so ist aus allen diesen Versuchen zu ersehen, daß die Infektionsergebnisse dem Ergebnis des Keimversuches durchaus entsprechend verlaufen, was in der durch das Cyanamid verhinderten Keimung seine Ursache hat.

c) Die Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (FK 86 A)[1]) und Brassicol (Pentachlornitrobenzol) auf Sporenkeimung und Pathogenität

Entsprechende Versuche wurden mit Kalkstickstoff (FK 86 A) und Brassicol durchgeführt. Bodenbehandlungsversuch, Keimversuch und Infektionsversuch verliefen methodisch genau wie bei der Prüfung des ungeölten Kalkstickstoffs.

Den Keimversuch gibt Abbildung 5, den Infektionsversuch Abbildung 6 wieder.

Daraus und aus Tabelle 12, die das Ergebnis des Freilandinfektionsversuches zeigt, ist zu folgern, daß Kalkstickstoff (FK 86 A) eine wesentlich bessere Wirkung als gewöhnlicher Kalkstickstoff aufzeigt. Brassicol hatte auch hierbei keinerlei schädigende Wirkung auf die Brandsporen.

d) Untersuchung des Cyanamids auf systemische Wirkung

RADEMACHER (1951) beobachtete eine systemische Wirkung des Cyanamids auf *Tilletia tritici*. LATZKO stellte 1952 auf analytischem Wege die

[1]) Kalkstickstoff FK 86 A ist eine Weiterentwicklung von FK 86.

Cyanamidaufnahme durch die Pflanze fest, und Arenz und Schroeppel (1952) wiesen dessen innertherapeutische, insektizide Wirkung nach (vgl. Fuchs und Kunz 1954). Den Nachweis einer innertherapeutischen Wirkung des Cyanamids auf *Doralis fabae* erbrachten Fuchs und Kunz (1954).

Zur Prüfung, ob auch der Maisbrand auf Cyanamidaufnahme reagiert, wurde folgender Versuch angelegt.

Tabelle 12

Pathogenität von Maisbrandsporen
aus dem Boden nach dessen Behandlung mit ungeöltem Kalkstickstoff
und Kalkstickstoff (FK 86 A) bei Injektion von je 50 Pflanzen, 42 und 71 Tage alt

Inkubationszeit: 14 Tage
Temperaturmittel: 16,2 °C

Bodenbehandlung Mittel/mg je dm^3 Boden	Befall in %	Schwerbefall in %
Ungeölter Kalkstickstoff		
Kontrolle	78	60
500	78	56
900	60	36
1500	50	16
3000	10	2
Kalkstickstoff (FK 86 A)		
Kontrolle	64	34
500	14	4
900	0	0
1500	2	2
3000	0	0
Kontrolle (Pflanzen unverletzt)	0	0

Methodik: In Komposterde wachsende Maispflanzen (Gelber Badischer Landmais) wurden im Alter von 18 Tagen infiziert (Hypodermalinjektion trockener Brandsporen der Herkunft Freiburg 1953). Anschließend wurde die Erdoberfläche mit gestaffelten Kalkstickstoffgaben (Kalkstickstoff und Kalkstickstoff FK 86 A sowie ein Versuchsglied mit Reincyanamid) bestreut, wobei darauf geachtet wurde, daß die Blätter nicht mit den Mitteln in Berührung kamen. Zuletzt wurde leicht angegossen. Am zweiten Tage nach der Behandlung traten starke Welkeerscheinungen auf, die mit steigenden Mittelgaben zunahmen. Nach den oben zitierten Autoren war Cyanamidaufnahme der Pflanzen anzunehmen und eine Wirkung auf die in den Pflanzen keimenden Sporen zu erhoffen. Nach 9 Tagen zeigte sich aber, daß das Gegenteil der Fall war. Die Pflanzen hatten sich bis auf gewisse irreversible Welkeerscheinungen wieder erholt, und die erste Beulenbildung konnte wahrgenommen werden. Tabelle 13 zeigt das Befallsergebnis nach 14 Tagen.

Danach ist keine eindeutige innertherapeutische Wirkung der beiden Kalkstickstofformen oder des Cyanamids in reiner Form zu erkennen. Nach Hofman und Mitarbeitern (1954) wird das aufgenommene Cyanamid von der Pflanze sehr schnell in Dicyanamid umgewandelt, und die zu kurze Einwirkungsdauer auf die Sporen dürfte der Grund für die hohen Infektionsergebnisse sein.

Tabelle 13

Anwendung von ungeöltem Kalkstickstoff, Kalkstickstoff (FK 86 A) und Reincyanamid zur Untersuchung der systemischen Wirkung des Cyanamids*) auf Maisbrandsporen (Herkunft Freiburg 1953) bei Injektion der trockenen Sporen an 18 Tage alten Maispflanzen (Gelber Badischer Landmais) zur Zeit der Mittelanwendung

(jeweils 23—24 Pflanzen)

Inkubationszeit: 9 Tage

Temperaturmittel von 14 Tagen 18 °C

Abschließende Bonitierung nach 14 Tagen

Bodenbehandlung Mittel/mg je dm^3 Boden	Befall in %	Schwerbefall in %
Ungeölter Kalkstickstoff		
Kontrolle	100	92
400	95	91
500	96	83
700	92	75
900	100	78
Kalkstickstoff (FK 86 A)		
Kontrolle	100	65
400	96	75
500	100	83
700	91	74
900	92	83
Reincyanamid 97%ig		
280[1])	83	50

*) 280 mg 97%igen Cyanamids entsprechen etwa 900 mg Kalkstickstoff mit 20 % N-Gehalt, je ha 180 kg N.

3. Feldversuche

Auf die Methodik der in den Jahren 1953 und 1954 angelegten Feldversuche kann nur kurz eingegangen werden. Im Prinzip ist die Versuchsanlage beider Jahre die gleiche und soll hier in einem behandelt werden:

Methodik: Die Voraussetzung eines Brandbefalls und damit für den Erhalt eines genügend großen Zahlenmaterials wurde durch Verseuchung der Ackerkrume mit Brandsporen geschaffen. Die Einarbeitung der anschließend aufgebrachten Kalkstickstoffformen erfolgte 14 Tage vor der Maisaussaat und mit Hilfe der schweren Ackeregge (1953) und eines Vierzinkenkarstes (1954) auf etwa 5 cm Bodentiefe. Die Maisaussaat wurde von Hand mit dem Pflanzlochgerät (1953) und mit dem Markör (1954) auf etwa 5 cm Tiefe vorgenommen. Das Saatgut wurde in beiden Jahren mit Ceresan gebeizt. Als Versuchspflanze diente Gelber Badischer Landmais. Wie bei den Gefäßversuchen, waren die Überlegungen folgende: War die Wirkung der Kalkstickstofformen auf die Maisbrandsporen im Freiland die gleiche wie bei den Gefäßversuchen, so mußten die unbehandelten Kontrollen den höchsten Befall zeigen, mit steigenden Kalkstickstoffmengen hingegen auch ein geringerer Befall auftreten.

a) Die Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (FK 86) auf den Maisbrandbefall 1953

Die Versuchsdaten der im Jahre 1953 an drei verschiedenen Orten in der Pfalz angelegten Feldversuche sind folgende:

Versuchsanordnung:	5 Versuchsglieder zu je 4 Wiederholungen in Blockanlage hintereinander, bei zufälliger Verteilung der Versuchsglieder		
Parzellengröße:	40,5 m²;		
Grunddüngung:	60 kg P_2O_5, 120 kg K_2O; Kontrollparzelle: 500 kg Kalkammonsalpeter/ha;		
Sporenmenge:	etwa 340 mg/m²;		
Standraum der Pflanzen:	60 × 30 cm.		
In der Reihenfolge der Feldversuche:	Assenheim (I),	Limburgerhof (II),	Fussgönheim (III u. IV)
waren die Bodenarten:	sandiger Lehm	Sand	humoser, toniger Sand
Vorfrüchte:	Erbsen	Tabak	Silomais, Landsberger Gemenge.

Die angewandten Mengen an Kalkstickstoff (FK 86) sowie die Befallsergebnisse sind aus Tabelle 14, S. 326, zu ersehen. Die variationsstatistische Verrechnung erfolgte nach Mudra (1949).

Die Ergebnisse sind folgende: Eine Gabe von 7 dz/ha Kalkstickstoff (FK 86) war am wirksamsten und brachte im Mittel eine gesicherte Befallsverminderung zur Kontrolle von 54 %. Versuch IV zeigt die praktische Unwirksamkeit aller Kalkstickstoff (FK 86)-Mengen unter 5 dz/ha.

Beobachtungen in den Versuchen während der Vegetationsperiode: Auf Sandboden (Limburgerhof) wirkten sich Kalkstickstoff (FK 86)-Gaben von 9 und 10 dz/ha auf das Pflanzenwachstum nachteilig aus — geringere Wuchshöhe, vermehrte Bildung von Bestockungs- und Achselknospentrieben und Verzögerung der Reife —, was zu einer Erhöhung des Brandbefalls führte. Bei den übrigen Versuchen auf schwereren Böden war zwar eine Reifeverzögerung durch die genannten Gaben festzustellen, doch machten die Bestände in Wuchs und Kolbenbildung einen guten Eindruck.

Die „Z"-Parzellen (Limburgerhof) wurden zunächst wie die Kontrollen behandelt, erhielten aber am 7. Juli in den stehenden Bestand eine Kalkstickstoff (FK 86)-Gabe von 500 kg/ha, zeigten aber danach keine Befallsverminderung; dies weist darauf hin, daß die Infektion schon früher stattgefunden hat, eine weitere Bestätigung der bereits gemachten Erfahrungen über das Zustandekommen der späteren oder Sekundärinfektionen.

b) Die Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (FK 86 A) auf den Maisbrandbefall 1954

Die Versuchsdaten zum Feldversuch 1954 in Hohenheim sind folgende:

Versuchsfläche (Mais):	12,8 Ar, 16 Parzellen zu je 80 m² (10 × 8 m),
Trennpflanzung (Ackerbohnen):	17,6 Ar,
Bodenart:	Lehm,
Vorfrucht:	Halmfrucht,
Düngung (Mais):	180 kg N, 135 kg P_2O_5, 250 kg K_2O/ha,
Düngung (Ackerbohnen):	80 kg P_2O_5, 120 kg K_2O,
Standweite der Maispflanzen:	80 × 50 cm,
Versuchsanordnung:	8 Versuchsglieder in 2 Wiederholungen.

Tabelle 14

Ergebnis von 4 Feldversuchen
zur Bekämpfung des Maisbrandes durch Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (FK 86)
im Jahre 1953

Versuchsglied Nr.	Kalkstickstoff (FK 86) in kg/ha	Mittlerer Befallsanteil %	Relativwert	m*	P**
	Feldversuch I (Assenheim)				
1	Kontrolle	26,00	100	2,92	
2	500	19,00	73	4,65	
3	700	10,75	41	0,85	+
4	900	12,50	48	0,86	+
5	1000	9,50	37	2,35	+
	Feldversuch II (Limburgerhof)				
1	Kontrolle	31,00	100	1,47	
„Z“	500[1])	26,75	86	1,31	
2	500	18,25	59	1,43	++
3	700	16,25	52	2,13	+
4	900	20,33	75	0,90	++
5	1000	19,75	64	2,12	+
	Feldversuch III (Fussgönheim)				
1	Kontrolle	19,25	100	1,67	
2	500	13,50	70	1,84	
3	700	8,75	45	0,94	+
4	900	8,25	43	1,52	+
5	1000	10,50	55	1,20	+
	Feldversuch IV (Fussgönheim)				
1	Kontrolle	13,25	100	1,93	
2	250	8,75	66	1,54	
3	350	9,00	68	1,78	
4	450	7,50	57	0,95	
5	500	7,00	53	0,40	+

[1]) Am 7. Juli 1953 in den stehenden Bestand gestreut.

* $m = \sqrt{\frac{\Sigma\,(\bar{x} - x)^2}{n \cdot (n - 1)}}$; FG = 3; ** + P < 5 %; ++ P < 1 %.

Es hatte sich aus den vorjährigen Versuchen gezeigt, daß die Parzellen vergrößert werden mußten und außerdem eine breite Trennpflanzung notwendig war, die dem Mais im Wachstum möglichst weit vorauseilen sollte, um dem Sporenflug von Parzelle zu Parzelle zu begegnen. Dabei wurde nur an die zur Verseuchung in den Boden gebrachten Sporen gedacht, da die später sich zeigenden Brandbeulen ohnedies in beiden Jahren vor dem Ausstäuben entfernt wurden. Auf Grund dieser Bedingungen konnten nur 2 Wiederholungen angelegt werden. Der Versuch wurde nach LINDER (1951) mit Hilfe der Varianzanalyse verrechnet.

Die Ergebnisse sind folgende: Aus Tabelle 15 sind vor allem bei Kalkstickstoff (FK 86 A) deutliche Befallsunterschiede bei den Behandlungen ersichtlich. Die Varianzanalyse ergab, daß die Befallsunterschiede der 8 Versuchsgruppen statistisch gesichert sind.

Tabelle 15

Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (ungeölt und FK 86 A) auf Maisbrandbefall im Feldversuch 1954

Bodenbehandlungsmittel in kg/ha	Pflanzenanzahl	Befallen Mittelwert %	Schwer bef. Mittelwert %	m	Relativwert*)
Kalkstickstoff (ungeölt)					
Kontrolle	743	1M **15,4**	**7,1**	0,45	100[1])
500	781	**10,9**	**3,4**	2,00	79
700	729	**10,9**	**3,9**	2,40	70
900	751	**14,1**	**5,8**	0,20	100
Kalkstickstoff (FK 86 A)					
Kontrolle	737	1M **12,9**	**6,3**	2,20	100[1])
500	774	**9,1**	**1,8**	0,45	65
700	798	**4,8**	**2,2**	0,79	34
900	742	**4,6**	**1,6**	1,37	33

*) Relativwerte zu 14,1 = $\frac{1M + IM}{2}$ = 100.

Tabelle 16

$\frac{1M + IM}{2}$ = **14,1** (vgl. Tab. 15)

GD für p%		Versuchsglied Nr.	Differenz zur Kontr.	p%	Versuchsglied Nr.	Differenz zur Kontr.	p%
2,5	5	2	3,2	5	II	5,0	1
3,7	1	3	3,2	5	III	9,3	0,1
5,6	0,1	4	0,0	—	IV	9,5	0,1

Aus dem Vergleich der Differenzen der Befallsmittelwerte der Versuchsglieder zur Kontrolle und den Grenzdifferenzwerten GD (vgl. Tab. 16) geht hervor, daß die angewandten Gaben des ungeölten Kalkstickstoffs keine gesicherten Befallsunterschiede zur Kontrolle ergaben. Eine wirksame Gabe würde, geschätzt nach den Ergebnissen der Gefäßversuche, bei etwa 15 bis 20 dz/ha liegen, was schon aus rein ackerbaulichen Gründen nicht angängig ist.

Dagegen ist die Befallsverminderung durch die Behandlung mit Kalkstickstoff (FK 86 A) eindeutig gesichert. Während aber bis 7 dz/ha zunächst eine schnelle Abnahme des Brandbefalls zu erkennen ist, bewirkte eine weitere Erhöhung der Gabe auf 9 dz/ha nur eine unwesentliche weitere Befallsverminderung. Außerdem wurde eine wesentlich stärkere Verzögerung des Brandauftretens bei Behandlung mit Kalkstickstoff (FK 86 A) gegenüber derjenigen mit Kalkstickstoff beobachtet.

Es ist ersichtlich, daß die Versuchsergebnisse beider Jahre weitgehend übereinstimmen. Während 1953 eine Befallsverminderung von 54 % erreicht worden war (Kalkstickstoff FK 86), betrug sie 1954 66 % (Kalkstickstoff FK 86 A), in beiden Fällen bei einer Gabe von 7 dz/ha. Die bessere Wirkung im Jahre 1954 ist auf die aktivere Quecksilberverbindung dieses Kalkstickstoffs zurückzuführen.

In Ergänzung des Feldversuchs 1954 wurde zur gleichen Zeit im Versuchsgarten des Instituts für Pflanzenschutz Hohenheim ein Vergleich angelegt (2 Parzellen in 40 m Abstand auf lehmigem Sandboden). Um bei der Reife das gesamte Befallsbild einschließlich der möglichen Infektionen durch stäubende Beulen zu erhalten, wurden die kranken Pflanzen nicht entfernt. Die Nährstoffgabe war auf beiden Parzellen 140 kg N, 105 kg P_2O_5 und 210 kg K_2O/ha. Die N-Gabe wurde einmal als Harnstoff mit CaO als Branntkalk, zum anderen als Kalkstickstoff (FK 86 A) verabreicht. Die Parzellengröße war 33 m², der Pflanzenabstand 60 × 30 cm, die Sporenmenge etwa 340 mg/m². Die abschließende Bonitierung erfolgte am 8. Oktober 1954. Das Ergebnis bringt Tabelle 17.

Tabelle 17

Wirkung einer Bodenbehandlung mit Kalkstickstoff (FK 86 A) auf den Brandbefall im Freiland ohne Entfernung der entstehenden Brandbeulen

N-Gabe als Harnstoff			N-Gabe als Kalkstickstoff (FK 86 A)		
Anzahl der Pflanzen 200, davon			Anzahl der Pflanzen 200, davon		
befallen %	+	schwer befallen %	befallen %	+	schwer befallen %
13	5	9,5	7	0	3

Lokalisierung des Befalls

Kolben	Stengel	Rispen	Blätter	Adv.-W.	Kolben	Stengel	Rispen	Blätter	Adv.-W.
3	18	2	2	1	3	10	1	0	0
11,6 %	69,3 %	7,6 %	7,6 %	3,9 %	21,4 %	71,4 %	7,2 %	0	0

+ = Infolge Brandbefalls abgestorbene Pflanzen.

Die an mehreren Stellen befallenen Pflanzen (nur bei Harnstoffparzelle) wurden nur dort aufgeführt, wo sie den stärksten Befall zeigten. Dabei konnten die Feststellungen von JOHNSON und CHRISTENSEN (1935) über die stärker ertragsdrückende Wirkung der oberhalb der Kolben lokalisierten Gallen bestätigt werden.

In Übereinstimmung mit den übrigen Versuchen ist auch aus Tabelle 17 eine gute Wirkung des Kalkstickstoffs (FK 86 A) auf den Maisbrand festzustellen (keine an Brandbefall abgestorbene und weniger befallene und schwer befallene Pflanzen).

Zusammenfassung

1. Die Keimung der Chlamydosporen des Maisbrandes konnte im Boden nur unter ganz bestimmten Bedingungen und hierbei nur in geringem Umfange festgestellt werden. Als Überträger der Krankheit vom Boden auf die Pflanze sind, Einzelfälle ausgenommen, die Chlamydosporen anzusehen.

2. Die Keimungsweise der Chlamydosporen des Maisbrandes hat sich als substratabhängig erwiesen und wird vermutlich von außen durch noch unbekannte Stoffe beeinflußt.

3. Die vornehmlich auf der Wirtspflanze gebildeten Infektionshyphen (Infection hyphae) der Chlamydosporen des Maisbrandes sind unter Laboratoriumsbedingungen befähigt, sich in ein normales Promyzel zu verwandeln und besitzen demnach reinen Basidiencharakter.

4. Auf Grund von Versuchsergebnissen kann geschlossen werden, daß die Erstinfektion im Frühjahr im ein-, mit Sicherheit aber im zwei-Blatt-Stadium der Wirtspflanze, u. a. über die mit Wasser gefüllten „Blattüten", erfolgt, wobei niedrige Außentemperaturen die Infektion begünstigen.

5. Der Bodeninfektion durch Befall des Keimlings schon unter der Erde kommt keine Bedeutung zu, weshalb eine Beizung speziell gegen Maisbrand allenfalls gegen eine Verschleppung der Sporen helfen könnte.

6. Die Möglichkeit einer einmaligen Infektion im Blattütenstadium und ein daraus resultierendes Brandauftreten über die ganze Vegetationszeit hinweg ist auch bei natürlicher Infektion im Freiland mit Sicherheit anzunehmen (latente oder maskierte Infektion).

7. Verschiedene deutsche Sporenherkünfte zeigten eine unterschiedliche Pathogenität.

8. Verschiedene Maissorten zeigten eine unterschiedliche Anfälligkeit gegenüber *Ustilago zeae* bei natürlicher und künstlicher Infektion. Im Freiland anfälligere Sorten zeigten auch bei künstlicher Infektion 3 Wochen alter Maispflanzen eine geringere Widerstandskraft gegen Maisbrand.

9. Bei der Prüfung verschiedener Fungizide im Laboratoriumstest zeigten Formaldehyd, Kupferoxychlorid + Rhodandinitrobenzol, Pentachlornitrobenzol und Thiocarbamat stärkere Toxizität. Reincyanamid sowie das bei der Umsetzung des Kalkstickstoffs wirksame Cyanamid verhinderten die Sporenkeimung weitgehend, während sie durch Kalziumhydroxyd gefördert wurde.

10. In den Boden gebrachte Brandsporen zeigten nach dessen Behandlung mit Kalkstickstoff, Kalkstickstoff FK 86 (quecksilberhaltig) und Kalkstickstoff FK 86 A (quecksilberhaltig) bei steigenden Gaben dieser Mittel von 5 dz/ha an abnehmende Keimfähigkeit und Pathogenität. Dabei hatten die quecksilberhaltigen Kalkstickstofformen, besonders Kalkstickstoff (FK 86 A), eine wesentlich bessere Wirkung als der ungeölte Kalkstickstoff. Als Bodenbehandlungsmittel angewandt, hatte Pentachlornitrobenzol keine schädigende Wirkung auf Maisbrandsporen.

11. Die Bodenbehandlungsversuche der Jahre 1953 und 1954 brachten für ungeölten Kalkstickstoff keine statistisch gesicherte, für Kalkstickstoff FK 86 (quecksilberhaltig) eine 54%ige, gesicherte und für Kalkstickstoff FK 86 A (quecksilberhaltig) eine 66%ige, gesicherte Brandbefallsverminderung zur unbehandelten Kontrolle, bei einer Gabe von 7 dz/ha der beiden letztgenannten Kalkstickstofformen.

12. Eine systemische Wirkung des Cyanamids auf Maisbrandsporen konnte nicht festgestellt werden.

13. Mit dem Versuch einer direkten Bekämpfung des Maisbeulenbrandes *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger durch Bodenbehandlung mit fungiziden Stoffen wurde ein neuer, erfolgversprechender Weg beschritten.

Summary

1. The germinating of chlamydospores of *Ustilago zeae* was observed in the soil by distinct conditions and to a low part only. Therefore the chlamydospores of the fungus are supposed to be the organism transferring the malady from soil up to the plants.

2. The germinating type of chlamydospores depends on the kind of nutrient media and is probably influenced by unknown substances.

3. The infection hyphae of chlamydospores are able to change into a normal promycelium under laboratory conditions, therefore giving a proof of its basidial character.

4. In the way of experiment results it appears highly probable, that first infection in the spring may take place in the first-leaf-stage. There is however no doubt that infection may occur in the second-leaf-stage of the plants. The infection may also be favoured by spiral leaves which are filled with water. Low degrees of temperature favour the infection.

5. "Soil infection", which means the attack of the fungus on seedlings already beneath the surface of the soil, is negligible.

6. The possibility of infection happening but once in the spiral-leaf-stage of the plants and which is followed by the appearance of smut throughout the whole remaining growing time of the plants, should be considered.

7. Collections of *Ustilago zeae* samples from different localities of Germany differed from each other in their pathogenicity.

8. Several varieties of corn differed from each other in their susceptibility to smut. Susceptible varieties of maize under natural field conditions were also susceptible during inoculation-experiments on three weeks old plants in the greenhouse.

9. At laboratory tests with fungicides, the following chemicals showed a more violent toxicity: Formaldehyde, copper-oxy-chloride + rhodium-dinitro-benzene, penta-chlor-nitro-benzene and thio-carbamate. Pure cyanamide and cyanamide as contained in the well known nitrogen fertilizer Calcium Cyanamide also prevented the germinating of chlamydospores of

Ustilago zeae. On the other hand, calcium-hydroxyde stimulated germinating of spores.

10. Chlamydospores mixed with soil showed a decrease in germinating and pathogenicity if influenced by soil treatment with the following three fertilizer types: Calcium Cyanamide, Calcium Cyanamide FK 86 (containing mercury) and Calcium Cyanamide FK 86 A (containing mercury), acting in the soil partly in the gaseous phase at the higher dosage of 5 dz/ha (about 25 US cwt./2.5 acre). In this way the fertilizers containing mercury, especially Calcium Cyanamide FK 86 A had a much higher toxicity than the usual Calcium Cyanamide fertilizer. Penta-chlor-nitrobenzene showed no influence on germinating and pathogenicity of spores.

11. The experiments of soil treatment under field conditions in 1953 and 1954 resulted in a decrease of smut of 54 % (Calcium Cyanamide FK 86) and of 66 % (Calcium Cyanamide FK 86 A), in both cases with 7 dz/ha (about 35 US cwt./2.5 acre). The usual Calcium Cyanamide gave no statistical significance of the decrease of smut compared with the check lots.

12. No systemical action of Cyanamide upon chlamydospores of *Ustilago zeae*, injected into corn plants could be observed. The control of corn smut (*Ustilago zeae*, Beckm. Unger) by means of soil treatment with fungicides seems to be a new, very promising way.

Literaturverzeichnis

Brefeld, O., 1883: Botanische Untersuchungen über Hefepilze. Die Brandpilze I, Heft V, 67—75.

— —, 1895: Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mycologie. Die Brandpilze II, Heft XI, 52—92.

— —, 1905: Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mycologie. Die Brandpilze IV, Heft XIII, 10—54.

— —, 1912: Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mycologie. Die Brandpilze u. Brandkrankheiten V, Heft XV, 106/107.

Burk, 1923: Zur Steinbrandbekämpfung des Weizens. Z. Pflanzenkrankh. **33**, 193—240.

Chilton, St. J. P., 1938: The occurence of lysis in certain crosses of *Ustilago zeae*. Phytopathology **28**, 5.

— —, 1943: A heritable abnormality in the germination of chlamydospores of *Ustilago zeae*. Phytopathology **33**, 749—765.

Christensen, J. J., and I. J. Johnson, 1935: Field reaction of varieties and selfed lines of corn to different collections of *Ustilago zeae*. J. Agric. Res. **50**, 47—57.

— —, and E. C. Stakman, 1926: Physiological specialization and mutation in *Ustilago zeae*. Phytopathology **16**, 979—1000.

— —, and — —, 1929: Pathogenicity and cultural behavior of *Ustilago zeae* from different localities. Phytopathology **19**, 825—916.

Davis, G. N., 1936: Corn smut latent and expressed. Phytopathology **26**, 91.

Eddins, A. H., 1929: Pathogenicity and cultural behavior of *Ustilago zeae* (Beckm.) Ung. from different localities. Phytopathology **19**, 885—916.

Fuchs, W. H., und H. D. Kunz, 1954: Über die innertherapeutische Wirkung von Cyanamid. Naturwissenschaften Berlin **41**, 20.

HAHNE, I., 1925: Untersuchungen über die Keimbedingungen der *Tilletia*-Sporen. Kühn-Arch. **9**, 157—263.

HILTNER, L., und W. LANG, 1922: Über den Einfluß der Düngung, insbesondere mit Kalkstickstoff auf die Stärke des Brandbefalls bei Getreide. Mitt. DLG **37**, 253.

HOFMAN, E. D., A. AMBERGER und A. SÜSS, 1954: Über Abbau und Umbau des Cyanamids in Boden und Pflanze. Naturwissenschaften Berlin **41**, 481—482.

IMMER, F. R., and J. J. CHRISTENSEN, 1928: Determination of losses due to smut infection in selfed lines of corn. Phytopathology **18**, 599—602.

ITZEROTT, D., 1938: Über Keimung und Wachstum von *Ustilago zeae* (Beckm.) Ung. mit besonderer Berücksichtigung der Infektion. Phytopath. Z. **11**, 155—180.

JANKE, F., 1942: Die mikrobielle und fungizide Wirkung des Kalkstickstoffes. Z. Zuckerrübenbau **24**, 29—40.

JOHNSON, I. J., and J. J. CHRISTENSEN, 1935: Relation between number, size and location of smut infection to reduction in yield of corn. Phytopathology **25**, 222—232.

JONES, E. S., 1923: Influence of temperature on the spore germination of *Ustilago zeae*. J. Agric. Res. **24**, 593—597.

KERNKAMP, M. F., 1941: Variation in the germinating chlamydospores of *Ustilago zeae*. Phytopathology **31**, 333—340.

— —, 1942: The relative effect of environmental and genetic factors on growth types of *Ustilago zeae*. Phytopathology **32**, 554—567.

KORNFELD, A., 1937: Bekämpfung des Maisbeulenbrandes mit biologischer Grundlage. Z. Pflanzenkrankh. **47**, 277—297.

LANG, W., und C. WELTE, 1930: Zur Prüfung staubförmiger Erdflohmittel. Nachr.bl. Dtsch. Pflanzenschutzd. **10**, 75—76.

LINDER, A., 1951: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Basel.

MELCHERS, L. E., 1921: Ecological notes on corn smut. Phytopathology **11**, 32.

MUDRA, A., 1949: Anleitung zur Durchführung und Auswertung von Feldversuchen nach neueren Methoden. Leipzig.

PIEMEISEL, F. J., 1917: Factors affecting the parasitism of *Ustilago zeae*. Phytopathology **7**, 294—307.

RADEMACHER, B., 1951: Untersuchungen über fungistatische und fungizide Wirkung des Cyanamids am Beispiel des Weizensteinbrandes (*Tilletia tritici* Bjerk. Winter). Phytopath. Z. **17**, 353—373.

ROEMER, TH., W. H. FUCHS und K. ISENBECK, 1938: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin (376).

STAKMAN, E. C., and J. J. CHRISTENSEN, 1927: Heterothallism in *Ustilago zeae*. Phytopathology **17**, 827—834.

— —, — —, C. J. EIDE and B. PETURSON, 1929: Mutation and hybridisation in *Ustilago zeae*. Minnes. Agric. Exp. Stat. Techn. Bull. **65**.

— —, L. J. TYLER, G. E. HAFSTAD and E. G. SHARVELLE, 1935: Experiments of physiologic specialization and nature of variation in *Ustilago zeae*. Phytopathology **25**, 34.

TISDALE, W. H., and C. O. JOHNSTON, 1926: A study of smut resistance in corn seedlings grown in the greenhouse. J. Agric. Res. **32**, 649—668.

WALTER, H., 1947: Die Grundlagen des Pflanzenlebens. **I**, 289. Stuttgart.

WALTER, J. M., 1934: The mode of entrance of *Ustilago zeae* into corn plants. Phytopathology **24**, 1012—1020.

Wir empfehlen zum Bezug:

Zeitschrift für Pflanzenzüchtung

Begründet 1913 von C. FRUWIRTH

Herausgegeben von E. ÅKERBERG, Svalöf; H. KAPPERT, Münster; H. KUCKUCK, Hannover-Herrenhausen; W. RUDORF, Köln-Vogelsang; H. STUBBE, Gatersleben; E. v. TSCHERMAK, Wien.

Seit ihrer Gründung durch FRUWIRTH im Jahre 1913 ist die Zeitschrift für Pflanzenzüchtung ein Mittler zwischen Wissenschaft und Praxis. Die neuzeitliche Pflanzenzüchtung muß auf der wissenschaftlichen Forschung und deren Erkenntnissen aufbauen und bedarf zur Erfüllung ihrer besonders dringenden Aufgaben weitgehend der Unterstützung durch die Wissenschaft. Weltweite Fragen der auf Pflanzen angewandten Genetik harren der Klärung und praktischen Auswertung. Was die einschlägige Wissenschaft in ihren Instituten und Laboratorien erforscht und entdeckt, was die Praxis erprobt und für die Allgemeinheit zur Durchführung bringt, findet hier seinen Niederschlag und trägt dazu bei, die weiten Gebiete der Pflanzenzüchtung im In- und Ausland zu fördern und zu befruchten.

Die Zeitschrift veröffentlicht in deutscher, englischer oder französischer Sprache Originalarbeiten, Sammelberichte, kurze Mitteilungen und Referate von Einzelarbeiten aus dem Gebiet der botanischen Züchtungsforschung und ihrer Grundlagen sowie der praktischen Züchtung von landwirtschaftlichen, gärtnerischen und forstlichen Nutzpflanzen. Jeder Arbeit schließt sich eine kurze Zusammenfassung in deutscher und englischer Sprache an.

Für die wissenschaftlichen Institute, für den Hochschullehrer wie für den Forscher und dessen Mitarbeiter, aber auch im praktischen Zuchtbetrieb für den Zuchtleiter ist die Zeitschrift unentbehrlich, da sie Einblick in den neuesten Stand des Fachgebietes vermittelt und in ihrem Referatenteil über die wissenschaftliche und züchterische Produktion des In- und Auslandes berichtet.

Jährlich erscheinen 6 bis 8 Hefte in zwangloser Folge, von denen je 4 Hefte einen Band bilden. Das Heft umfaßt 7 bis 8 Druckbogen zu je 16 Seiten. Der Bezugspreis je Druckbogen beträgt DM 3,50. Die Hefte werden einzeln berechnet.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Soeben erschien:

Die Eichen

Forstliche Monographie der Traubeneiche und der Stieleiche

Von Dr. JOACHIM KRAHL-URBAN

Professor der Forstwissenschaft
Forstmeister des Lehrforstamtes Bramwald

288 Seiten mit 110 Abbildungen. In Ganzleinen DM 48,—

Obgleich die Eichen — die Trauben- und die Stieleiche — nicht mehr die überragende wirtschaftliche Bedeutung besitzen wie früher, gehören sie heute noch zu den wertvollsten Baumarten des europäischen Waldes. Hinsichtlich ihres möglichen Holzwertes stehen sie sogar weitaus an der Spitze. Auch in ihrer biologisch-ökologischen Bedeutung für den Wald werden sie von kaum einer anderen Holzart übertroffen.

Auf Grund zahlreicher neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie im Hinblick auf die allgemeine Entwicklung von Technik, Chemie und Wirtschaft wird die Forstwirtschaft in zunehmendem Maße gezwungen sein, ihre Einstellung in der Eichenfrage zu überprüfen. Das vorliegende Buch, dessen Verfasser über die heute wohl umfassendsten Eichenkenntnisse aus eigener Anschauung verfügt, zeigt zusammenfassend den gegenwärtigen Stand wissenschaftlicher Einsichten und praktischer Erfahrungen. Es zeigt zugleich seit mehr als 100 Jahren die erste forstliche Monographie der Eichen.

Die wissenschaftlichen Grundlagen berühren neben der Geschichte, insbesondere der Forstgeschichte, alle einschlägigen Gebiete der Naturwissenschaft, vor allem die Forstbotanik und die Standortskunde im weitesten Sinne, die Forstzoologie, die Holztechnologie, die Betriebswirtschaftslehre und die Forstpolitik, um nur die wichtigsten zu nennen.

Eine möglichst eingehende Darstellung findet der gesamte praktische Eichenbetrieb von der Gründung über die Erziehung und Pflege bis zur Nutzung von Eichenbeständen. Sie soll vor allem dem Forstmann in der Praxis das notwendige Rüstzeug liefern. Dabei werden, weitestgehend gestützt auf eigene Anschauung und Erfahrung und ergänzt durch Literatur, alle Fragen im gesamteuropäischen Raum behandelt. Durch Herausstellung insbesondere der zeitbedingten Probleme sollen auch international den Forstwirtschaften der Länder, in denen Trauben- und Stieleichen flächenmäßig eine nennenswerte Rolle spielen, die wirtschaftlichen Entscheidungen erleichtert werden, vor die sie sich früher oder später gestellt sehen.

VERLAG PAUL PAREY / HAMBURG UND BERLIN